Lane Medical Library

DIE FEHLERQUELLEN

DER

HAEMATOMETERUNTERSUCHUNG

(v. FLEISCHL).

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

KARL HERMAN MAYER

APPROB. ÄRZTE AUS LEISTON (SUFFOLK, ENGLAND).

Dekan: Prof. KNAUFF. Referent: Prof. KRAEPELIN.

LEIPZIG

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD

1896.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/diefehlerquellen0000karl

Biernacki hat neuerdings in Anbetracht der Incongruenz der Werthe, die er bei gleichzeitiger Hämoglobinbestimmung durch den Eisengehalt einerseits, am v. Fleischl'schen Hämometer andererseits erhielt, darauf hingewiesen, dass die colorimetrischen Methoden uns nur über die Färbekraft einer Blutprobe, nicht über den wirklichen Hämoglobingehalt unterrichten: einmal wechselt die Eigenfarbe des Plasmas von wasserhellen bis zu deutlich gelben Tönen, ein Umstand, der den Sättigungsgrad der Lösung bedeutend beeinflusst, wie Biernacki bei gleichstarken Verdünnungen desselben Blutes mit destillirtem Wasser und mit Albumoselösung gezeigt hat. Dann aber ergeben die Blutmengen, die wir abmessen, je nach ihrem Eiweissgehalt von vornherein ungleich concentrirte Hämoglobinlösungen. Der aus der letzten Quelle entspringende Fehler ist der kleinere, für das Hämatometer (2—3 Proc.). Es entspricht aus den genannten Gründen der Färbegrad der Lösung nicht dem wirklichen Hämoglobingehalt, der doch ein Gewichtswerth ist.

Man mag dieser Einschränkung der farbenprüfenden Methoden eingedenk bleiben und ihre Bedeutung nicht unterschätzen; zu Gunsten der colorimetrischen Verfahren möchte ich wiederholen, was schon Leepin sagt, dass die chemischen Bestimmungen eine praktisch viel wichtigere Einengung ihres Anwendungsbereiches dadurch erfahren, dass sie nur da angezeigt sind, wo das Hämoglobin die einzige Quelle des Eisens bei der Analyse ist, dass sie also ausgeschlossen sind bei der so ungemein wichtigen Erforschung der Eisentherapie bei anämischen Zuständen. Dazu kommt die grössere technische Schwierigkeit der chemischen Analysen. Es dürften daher die farbenprüfenden Methoden nach wie vor ihren Platz unter den Hämoglobinbestimmungsarten behaupten.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professors Kräpelin, hatte ich, schon lange ehe die Arbeit Biernacki's erschien, in der Heidelberger Irrenklinik eine grössere Reihe von Blutfarbstoffbestimmungen am Hämatometer v. Fleischl's im Zusammenhang mit anderen Blutuntersuchungen ausgeführt, und zwar am defibrinirten Blut von gesunden und kranken Menschen, Hunden, Füchsen und Kaninchen. Ueber ihren Inhalt und die aus ihnen zu ziehenden Schlüsse werde ich an anderer Stelle berichten. Bei der folgenden Zusammenstellung leitet mich ein rein formaler methodologischer Gesichtspunkt. Es dürfte die Pflicht eines jeden Beobachters sein, die Kenntniss eines Apparates und die Sicherheit in seiner Beherrschung, die er nach längerem Gebrauch erworben hat, auch zur weiteren Ausbildung der Methodik zu verwerthen. Als ich in dieser Hinsicht die mir zugängliche Literatur durchsah, war ich erstaunt, wie wenig man dieser Anforderung genügt hat in Bezug auf das Hämatometer. Auszunehmen sind hier die sehr gründlichen Arbeiten des Erfinders und die von Laker; nachdem aber seit der Erfindung des Apparates erst ein Jahr vergangen war, konnte man noch keine nach allen Richtungen hin erschöpfende Kenntniss des Apparates erwarten. Weitere Erfahrung musste die Aufmerksamkeit auf neue Punkte lenken, wie Weiss richtig bemerkt. Leider aber findet sich bei den Meisten, die mit dem Instrument später gearbeitet haben, gar nichts in dieser Hinsicht Brauchbares; bei Anderen sind einzelne Momente herausgegriffen, die dann eine verschiedene Behandlung erfahren, die schwankt zwischen der kürzesten oberflächlichen Erwähnung bis zur sorgfältigen wissenschaftlichen Untersuchung (Tomberg). Daher möchte ich aus dem, was ich in der Literatur gefunden habe, und was ich selbst erfahren, zum Theil durch Fehler bei meinen Beobachtungen, daraus möchte ich eine Betrachtung der Untersuchung mit dem Hämatometer und der ihr anhaftenden Fehler zusammenstellen.

Man wird an die Arbeit mit diesem Apparat mit eigenthümlichen Empfindungen herantreten, wenn man die in der Literatur über ihn verzeichneten Urtheile durchsieht. Die Kritik hat das Hämatometer in recht ungleichmässiger Weise bedacht.

Sehr ungünstig äussert sich v. Noorden, nach dem das Instrument „selbst bei penibler Handhabung mit 12—18 Proc. Fehler" arbeiten soll. Honigmann sagt, dass „mehrfache und mit grosser Sorgfalt ausgeführte Bestimmungen stets eine grössere Fehlerquelle als die von v. Fleischl angegebene erwiesen haben, so dass er sich in dieser Hinsicht den von v. Noorden geäusserten Bedenken an-

schliessen muss", „einen mehr als orientirenden Werth wird wohl Niemand dieser Methode zuschreiben". — Osterpey bezeichnet — allerdings mit dem Eingeständniss des Mangels eigener Erfahrung — diese Urtheile als „richtige Würdigung des Instrumentes". — Krüger hält es „für die exacte Forschung für unbrauchbar, wenngleich es zum Zweck der klinischen Diagnose zuweilen, z. B. bei hochgradigen Störungen des Farbstoffgehaltes, mit Erfolg benutzt werden kann". Dehio, der häufig das Hämatometer vertheidigt hat, fasst seine Ansicht schliesslich dahin zusammen, „dass, wo bedeutende Verarmung des Blutes an Hämoglobin vorhanden ist, das v. Fleischl'sche Hämatometer dem Kliniker gestatte, derartige Veränderungen mit genügender Sicherheit festzustellen, um klinische und diagnostische Schlüsse zu ziehen". Nach Wolff „gilt die Hämatometermethode mit Recht als eine nicht völlig zuverlässige, soweit man absolute Werthe des Hämoglobingehaltes erwartet", und Widowitz ist sich bewusst, „dass die von ihm gefundenen Ergebnisse wegen der dem Apparat noch anhaftenden Fehler keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit haben", und glaubt, „dass seine Schlüsse bei der Verbesserung der Methode einer Correctur unterzogen werden dürften". Raum hält das Hämatometer „ausreichend für vergleichende Bestimmungen", Spietschka urtheilt günstig über die klinische Brauchbarkeit des Hämometers, L. Hermann war von dem v. Fleischl'schen Apparat „sehr befriedigt" und v. Jaksch meinte, dass er „sehr genau" arbeitet. Reinl fand, dass „bei tadellosem Zustand des Instrumentes die damit gemachten Bestimmungen conform den spektrophotometrischen auszufallen pflegen". Laker endlich sagt, „dass der Fehler bei den letztgenannten Methoden grösser ist als beim Hämatometer". Die Gerechtigkeit gegen den Erfinder des Apparates verlangt es, zu betonen, dass er „die Verantwortung ablehnt für Resultate, die eine grössere Genauigkeit beanspruchen als 10 Proc.".

Versuchen wir es nun, ein Verständniss für diese Urtheile und ihre Begründung zu gewinnen und betrachten wir jede einzelne Fehlerquelle, indem wir alle Phasen einer Hämoglobinbestimmung am v. Fleischl'schen Hämatometer verfolgen. Es wird sich dabei von Zeit zu Zeit Gelegenheit zu einem kurzen Seitenblick auf die anderen demselben Zwecke dienenden Methoden bieten, zugleich aber wird die folgende Darlegung auch die Aufgabe haben, das von mir geübte Verfahren zu entwickeln, was nothwendig erscheint, da ein Theil meiner Resultate, ganz ohne Rücksicht auf ihre Bedeutung, unten wird

angeführt werden, um daraus methodologische Consequenzen zu ziehen. Um so mehr bin ich Rechenschaft darüber schuldig, auf welche Weise sie gewonnen wurden.

Bevor wir aber in diese Schilderung eintreten, müssen wir einer Anzahl von Fehlern gedenken, für die insofern nicht direct die Methode verantwortlich zu machen ist, als sie in der Person des Untersuchers liegen.

Schon v. Fleischl spricht von Menschen, deren Netzhaut für langwellige Strahlen überhaupt unterempfindlich ist. Ihnen bietet das Einstellen eigenthümliche Schwierigkeiten, und sie stellen auch um etwa ein Viertel zu niedrig ein, also statt 100 auf 75. v. Fleischl vermuthet, dass dieser Zustand der „Rothuntersichtigkeit" in allen Graden zwischen der Norm und völliger Rothblindheit vorkommt. — Der individuell differenten Farbenempfindung schreibt Dehio die Verschiedenheit der Resultate verschiedener Forscher zu, die als Mangel des Hämatometers angesprochen wird. — Es ist wohl nur ein glücklicher Zufall, wenn v. Fleischl sagen kann, dass nach der Uebereinstimmung aller Collegen die verschiedenen Ablesungen mehrerer Personen um weiter als 1 Proc. auseinander lagen, und dass die Schwankungen mehrerer gänzlich Ungeübter am selben Blut bei Weitem nicht 10 Proc. betrugen; wenn ferner Morgenstern angiebt, dass seine Ergebnisse und die mehrerer controlirender Beobachter, darunter v. Fleischl, um höchstens 1—2 Proc. abwichen; wenn endlich Leepin gleich von vornherein dieselben Zahlen ablesen konnte, wie ein geübter College. — Bierfreund, der unter Miculicz arbeitete, berichtet, dass sowohl Unter- wie Ueberschätzung vorkommt, dass, wenn elf Personen stillschweigend ihre Resultate notirten, fünf ziemlich gleiche und fast constante Ergebnisse, fünf andere Differenzen von 10 Proc. und mehr hatten, einer endlich regelmässig um 10 Proc. überschätzte, bei sonst constanten Einstellungen. Auch nach Dubner taxiren zwei Personen häufig verschieden und die Differenzen betragen 5—10 Proc. Wick endlich bekam zwischen zwei Untersuchern oft einen Unterschied von 10 Proc.

Es ist daher gerechtfertigt, wenn von Raum und von Biegański der gleiche Beobachter für zusammenhängende Beobachtungen gefordert wird, wenn Dehio die Ergebnisse in Reihen desselben Forschers als gut übereinstimmend bezeichnet, wenn Widowitz die Identität des Untersuchers unter den Bedingungen für die Vergleichbarkeit der Resultate anführt, wenn endlich Wolff ausdrücklich betont, dass seine Ziffern vom selben Beobachter abgelesen wurden. Dieser Beobachter aber soll seinen Farbensinn prüfen (Dubner).

Raum hat das Postulat desselben Untersuchers weiter eingeengt, indem er für jede zusammenhängende Reihe von Bestimmungen dasselbe Auge fordert, und zwar mit Recht, wie uns auf Grund folgender Erwägung scheint. Die Nuancen des Glaskeils und der Hämoglobinlösung sind objectiv nur bis zu einem gewissen Grade gleich. Dies ist bei schlechten Apparaten ganz deutlich (Lederer), wird aber auch bei guten Exemplaren von bestimmten Personen unter gewissen Umständen wahrgenommen; Leepin bemerkte einen eigenthümlichen Farbenunterschied zwischen den beiden Hälften des Troges, wenn die Lichtquelle vor dem Beobachter stand. Unter meinen sehr zahlreichen Untersuchungen, wo ich immer mit dieser Anordnung der Flamme arbeitete, habe ich ungeheuer selten und sicher unabhängig von äusseren Umständen (Lösung u. s. w.) vorübergehend einen Unterschied der Nuancen gesehen, sie gewöhnlich aber als völlig gleich empfunden. Das letztere ist wohl bei den meisten Personen der Fall, wie aus den mangelnden Angaben über ungleiche Wahrnehmung von Keil und Lösung zu schliessen ist. Und doch kann sich der Unterschied der Farbentöne geltend machen, und zwar an den zwei Augen desselben Beobachters verschieden, wenn sie für verschiedene Farbentöne verschieden empfindlich sind, hier speciell für die Nuance der Blutlösung. Infolge dessen erschienen, obwohl ich fast nie einen Nuancenunterschied der beiden Felder bemerkte, meinem linken Auge beide Segmente gleichmässig carmoisinroth, dem rechten mehr scharlachfarben. Mit dieser verschiedenen Empfindlichkeit für bestimmte Töne verbinden sich auch Unterschiede der Helligkeitswahrnehmung, indem meinem linken Auge die beiden Halbkreise gesättigter erschienen, als die vom rechten Auge wahrgenommenen, und es war demnach zu erwarten, dass das linke Auge höhere einstellen wird als das rechte. Es hängt dies mit der Erfahrung zusammen, dass Unterschiede im Farbenton, die als solche nicht empfunden werden, als Unterschiede der Helligkeit imponiren, ein Einfluss, der sich in verschiedener Weise äussern wird, wo die Nuancenempfindlichkeit verschieden ist.

Zur Bestätigung der soeben ausgesprochenen Vermuthung wurden in 6 verschiedenen Scalenlagen des Hämatometers an je derselben unveränderten Beschickung unmittelbar nacheinander 10 Ablesungen mit dem rechten, dann 10 mit dem linken Auge vorgenommen. Die Mittel aus den 10 Bestimmungen des linken Auges waren jedes Mal höher, als die des rechten. Da das genaue Versuchsprotokoll unglücklicher Weise verloren ging, so können hier nur die Ergebnisse im Allgemeinen wiedergegeben werden. Die Ver-

schiedenheit der Schätzung des linken und rechten Auges manifestirt sich besonders, wenn aus den 20 Einstellungen an derselben Probe (10 linken und 10 rechten) ein Gesammtmittel berechnet wurde, und dann festgestellt, wie viele Einzelbestimmungen des linken und rechten Auges über und unter diesem Mittel lagen. Wir können dabei von verschwindend wenigen Schätzungen absehen, die genau dem Mittel entsprachen (5 Proc.); dann waren von $6 \times 2 \times 10 = 120$ Einstellungen durchschnittlich von 10 Linken (linkes Auge) 7 bis 8, von 10 Rechten (rechtes Auge) nur 3 bis 4 höher als das Mittel. Hieraus folgt, dass nur Bestimmungen desselben Auges gleichwerthig sind. —

Hatten wir es bisher mit der absoluten Empfindlichkeit für Roth zu thun, so scheinen auch, wo diese bei mehreren Beobachtern gleich ist, bei ihnen Differenzen in der Unterschiedsempfindlichkeit für nahestehende Sättigungsgrade (resp. Töne, die als verschiedene Sättigungsstufen empfunden werden) zu bestehen, und wir dürften hierin eine weitere Erklärung für abweichende Ergebnisse verschiedener Untersucher gewinnen, während diese Ungleichheit der Unterschiedsempfindlichkeit innerhalb der Untersuchungsreihe eines einzelnen Beobachters als constante Fehlerquelle nicht in Betracht kommt. Meine Vermuthung gründet sich auf die stark auseinandergehenden Angaben über die Grösse des Ablesungsfehlers, denen wir unten, bei der Besprechung dieses Punktes, begegnen werden.

Beide geschilderten Differenzen zwischen verschiedenen Beobachtern kommen besonders, was hinsichtlich der absoluten Empfindlichkeit für Roth schon Bierfreund betont hat, da in Betracht, wo zwei Untersuchende ihre Ergebnisse controliren. Es ist daher unzweckmässig, durch einen Andern nachprüfen zu lassen und das Mittel zu ziehen, zumal dies wie bei Bernhard und bei Guezda nicht immer geschehen ist. Dabei ist auch Folgendes noch zu berücksichtigen.

Auch derselbe Untersucher wird nicht immer die gleichen Befunde einstellen. Neben den zufälligen Fehlerschwankungen kommt hier vor Allem der Wechsel der jeweiligen Disposition in Betracht. So habe ich, worauf ich unten zurückkommen werde, beobachtet, dass nach körperlicher Anstrengung, psychischer Aufregung, im Zustande der Müdigkeit, während der Nachwirkung von Schlafmitteln die Untersuchungsfehler oft sehr gross werden. Ferner gehören hierher die Wahrnehmungen von Forschern, die nach anderen optischen Methoden Hämoglobinbestimmungen ausgeführt haben. Schon v. Lesser, der nach dem einfachen colorimetrischen Verfahren Hoppe-Seyler's

arbeitete, spricht von dem nachtheiligen Einfluss der Ermüdung; Laache konnte an dem dem Hämatometer sehr ähnlichen Malassez-schen Apparat bei ausgeruhtem Auge den Ablesungsfehler auf die Hälfte des gewöhnlichen Werthes herabmindern. Wiskemann giebt an, dass Störungen seines Allgemeinbefindens seine Untersuchungen am Vierordt'schen Spectrophotometer einige Male beeinflussten, dass ferner unter den von ihm eingehaltenen Versuchsbedingungen die Erregbarkeit seines Auges jedes Mal erst etwas abnehmen musste, bevor er, ungefähr 1/4 Stunde nach Beginn der Arbeit die geringsten Abweichungen erhielt. — Endlich ist hier eine eigenthümliche Dispositionsschwankung zu citiren, die Raum am Hämatometer hindernd empfand: die Erinnerung an Werthe vom vorhergehenden Tage. —

Es mögen hier noch ein paar Worte Platz finden über die Uebung. Sie wird nach dem Urtheil zahlreicher Autoren leicht erreicht (Laker, Gottlieb, Schröder, Groll u. A.). Ohne leider einen exacten Beitrag hierzu liefern zu können, möchte ich ihnen im Allgemeinen beistimmen; nur habe ich einen eigentlichen Uebungseinfluss insofern gar nicht wahrgenommen, als die Schwankungen bei den Vorversuchen nicht grösser waren als nach einiger Zeit, während Laker den Ablesungsfehler von 8 Proc. nach wenigen Versuchen auf 4 Proc., zuletzt auf 1 Proc. sich reduciren sah, Bierfreund für Anfänger 15 Proc., für später 5 Proc. angiebt. Lehrreich ist die kleine Tabelle, in der v. Lesser über die Uebung bei seinen colorimetrischen Versuchen Rechenschaft giebt. Er fand den mittleren, kleinsten und grössten Werth des Beobachtungsfehlers wie folgt.

Tabelle 1 (v. Lesser).

Versuchsnummer	Maximum	Minimum	Medium
14—23	0,056	0,006	0,014
24—33	0,051	0,002	0,019
34—43	0,039	0,002	0,017
44—53	0,031	0,002	0,013

Wir sehen daraus im Allgemeinen den Beobachtungsfehler abnehmen mit zunehmender Uebung; leider sind die Resultate der v. Lesser'schen Tabelle getrübt durch unvermeidliche Verschiedenheiten der Concentration, der Beleuchtung und Ermüdung.

Das bisher Angeführte betraf den Einfluss der Uebung auf die Unterschiedsempfindlichkeit. Auch die absolute Rothempfindlichkeit scheint sich unter ihrer Wirkung zu erhöhen; wenigstens giebt Laker an, dass Ungeübte Anfangs immer zu niedere Ergebnisse einstellen.

Wir kommen nun zu der Schilderung einer Hämoglobinbestimmung am Hämatometer. Die Zusammensetzung des Apparates und die von v. Fleischl für seinen Gebrauch aufgestellten Regeln, die neuerdings jedem Exemplar beigegeben werden, glauben wir als bekannt voraussetzen zu dürfen. Wenn sich im Folgenden meine Methode als in einigen Punkten abweichend von diesen Regeln zeigen wird, so kommt es zum Theil daher, dass ich die Untersuchungen gleich nach Bekanntwerden mit der v. Fleischl'schen Beschreibung des Apparates begann, und mein Instrument keine Gebrauchsanweisung begleitete. Wir werden den Abweichungen meines Verfahrens in ihrer Bedeutung und Begründung im Zusammenhang begegnen.[1])

Die Untersuchungen wurden stets im absolut dunkeln Raum vorgenommen, und zwar aus äusseren Gründen theils bei Gas-, theils bei Kerzenlicht. Beide Beleuchtungsarten thun gleich gute Dienste (Laker). Winkelmann verglich sechs Untersuchungen bei Gas- und Stearinlicht, und konnte erhebliche Differenzen nicht finden. Hingegen erhielt Lezius bei Anwendung einer Petroleum- und Kerzenflamme für die mittleren Scalenstufen höhere Werthe bei Lampenlicht, was nicht wunderbar erscheinen kann, da das Petroleumlicht von v. Fleischl in eine andere Kategorie eingereiht wird als Gas- und Kerzenlicht. Immerhin wäre eine exacte vergleichende Untersuchung der beiden letztgenannten Lichtquellen erwünscht.

Die Anwendung gleicher Lichtstärke oder Flammenhöhe, wie wir sie bei Biegański und bei Groll finden, ist eine überflüssige Complication. v. Fleischl selbst empfiehlt geringere Helligkeit für niedere Concentrationsgrade der Hämoglobinlösung als für höhere, und erreicht sie durch wechselnde Einstellung des Reflectors; seinen Rath wiederholt Morgenstern, und Laker bewirkte dasselbe durch verschiedene Annäherung der Flamme an den Apparat. Der praktische Vortheil dieses Verfahrens ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für verschiedene Intensitäten bei einer mittleren Helligkeit, die hier durch den Sättigungsgrad der Lösung und die Lichtstärke bedingt wird, am grössten ist.

---

1) Der Apparat, mit dem ich meine Untersuchungen vorgenommen habe, ist Eigenthum des Heidelberger physiologischen Instituts. Für die gütige Ueberlassun des Instrumentes und für die Erlaubniss, zu einem Theil meiner Beobachtungen die Räume des genannten Instituts zu benutzen, möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Geheimrath Kühne meinen verbindlichsten Dank abstatten.

Zu jedem Hämatometer gehören mehrere Capillaren, die das Blut aufnehmen. Bevor man die Untersuchung beginnt, soll man sie auf Gleichheit ihres Inhaltes prüfen. Massiutin fand, indem er nach Laker's Rath mikrometrisch die Längsaxe und die Durchmesser der Endflächen seiner Röhrchen maass, Differenzen im berechneten Cubikinhalt, die sich wie 100:104:106 verhielten. Neubert bestimmte die Capacität seiner drei Pipetten, indem er alle zwei Mal mit defibrinirtem Katzenblut füllte und dann aus je fünf Ablesungen am Hämatometer das Mittel zog. Er fand beide Male das Verhältniss 100:100:102. Auch Leepin „verschaffte sich genügendes Urtheil über die Ungleichheit der Messröhrchen", und Reinl fand, dass sie wenigstens manchmal falsch geaicht verkauft werden. Oertel hatte unter sechs Röhrchen fünf gleiche, ein ungleiches, und spricht von Inhaltsunterschieden von 2—3—5 Proc. — Von den Capillaren, die mir zur Verfügung standen, habe ich zwei auf ihr Volumen untersucht. Die Messung unter dem Mikroskop ergab ein Verhältniss der Capillare A zur Capillare B = 100: 97,713, oder B ist um 2,287 Proc. zu klein. Ausserdem wurden, wie es Neubert gethan, mit den beiden Röhrchen A und B von verschiedenen Blutsorten je 20 paarweise zu einander gehörige Bestimmungen am Hämatometer gemacht, deren Ergebniss die folgende Tabelle enthält. Die Ziffern sind die Mittel aus je 10 Ablesungen; die horizontalen Striche grenzen Gruppen von Untersuchungspaaren ab, bei denen dasselbe Blut angewandt wurde.

Tabelle 2.

Capillare A	Capillare B	Capillare A	Capillare B
86,1	85,7	102,8	98,8
88,6	87,3	51,2*	51,7*
90,6	86,7	51,3	50,2
88,7	88,1	54,5	51,1
76,8	76,7	50,7*	51,7*
76,1	75,8	52,1*	52,6*
49,9	48,3	77,0	76,1
48,9	47,8	78,4	78,1
102,7	100,0	79,3	77,4
100,7**	100,7**	79,0	78,5

Mit Ausnahme der gesternten drei Ziffernpaare und der doppeltgesternten Zahl 100,7 hat Capillare B stets niedere Werthe geliefert. Die beiden Summen der Reihen aber verhalten sich, wenn wir für A = 100 setzen,

$$A : B = 100 : 98{,}337,$$

oder B ist um 1,663 Proc. < A.

Infolge dieser Befunde habe ich Laker's Vorschlag gemäss immer dieselbe Capillare angewandt.

Ist aber das ausgewählte Röhrchen nun das richtige? Ursprünglich sollten nach den Angaben von v. Fleischl und Laker die Capillaren 6,5 Cmm. enthalten. Dann konnte man sich die gewünschte Sicherheit durch eine einfache mikrometrische Messung verschaffen. Das Ergebniss dieses Verfahrens scheint mir wenigstens ungleich vertrauenerweckender als der andere Vorschlag Laker's, sich von der Richtigkeit der Capillaraichung dadurch zu überzeugen, dass man „einmal an sich selbst oder einem Gesunden das Hämoglobin bestimmt" und dann die Differenz von 100 als Aichungsfehler der Pipette constant in Rechnung bringt. Hingegen lässt sich nichts einwenden gegen die Bemerkung Oertel's, dass häufige Resultate über 115—120 oder unter 40 den Verdacht auf zu hohen oder zu niedern Gehalt der Pipette erwecken müsste.

Berechtigt nun aber ein mikrometrisch oder durch eine Quecksilberwägung gefundenes Resultat zu der Hoffnung, mit dieser Capillare gute Hämoglobinwerthe zu erhalten? Honigmann sagt, dass man sich von der Correctheit der Aichung gar nicht selbst überzeugen kann. Das Verständniss dieser sonderbaren Bemerkung glaube ich durch die Beobachtung Tomberg's zu gewinnen, dass durch bewusste Ungleichheit der zu verschiedenen Apparaten gehörigen Pipetten der Fabrikant andere Fehler der Construction auszugleichen sucht, nämlich Abweichungen in der Farbe, d. h. Dicke des Glaskeils, worauf wir noch zurückkommen werden, oder, wie Schröder und Leepin erwähnen, differente Form und Grösse der Trommel. Ob durch die neuerdings übliche Aufpressung von Cubikmillimeterzahlen dies Verfahren zu einem offenkundigen gestempelt werden soll, kann ich nicht entscheiden, doch scheint mir darin kein wissenschaftlicher Vortheil zu liegen: Schröder erhielt bei einer Pipette von 6,2 am gleichen Material (Schwangere) Hämoglobinwerthe in einer ganz anderen Höhenlage als bei einer „der Grösse der vorhandenen Tröge entsprechenden" von 7,5. Es dürfte demnach die Aussicht auf Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Pipettenbesitzer nicht grösser werden. — Wenn aber jetzt die ungleiche Aichung der Capillaren es dem Fabrikanten ermöglichen soll, durch ein entsprechendes Verhältniss zwischen Capillarinhalt und Trommelform und -Grösse und Keildicke wirklich constante Werthe zu schaffen, so wird man ohne Weiteres misstrauisch gegen die früheren Apparate und die mit ihnen gewonnenen Resultate. Was ist an ihnen richtig,

Pipette, Trog oder Keil? — Es ist nicht besonders wahrscheinlich, dass jetzt, wo wir gleichzeitig drei variable Werthe haben, die Resultante aus diesen drei Componenten der Wahrheit näher kommen wird als früher, wo wenigstens der Capillarinhalt eine constante Grösse war.

Bevor wir dieses unliebsame Kapitel verlassen, verlohnt es sich, noch einen Blick auf die Ergebnisse der beiden Forscher zu werfen, die zuerst das Hämatometer auf gynäkologischem Gebiet angewandt haben, Fehling und P. J. Meyer. Beide studirten die Blutveränderungen während der Fortpflanzungsfunctionen des Weibes. Fehling erhielt für Schwangere in einem Drittel der Fälle Hämoglobinwerthe über 100 Proc., Meyer als Maximum 95. Meyer, Reinl und Schröder führen diese Verschiedenheiten auf Ungleichheit der Pipetten zurück, Winkelmann vorsichtiger auf die der Apparate. Meyer hält die Pipette Fehling's für zu gross, eine Vermuthung, die schon Fehling selbst geäussert hat. Reinl hingegen glaubt, dass Meyer's Capillare zu klein war wegen der auffallenden Incongruenz seiner Hämoglobinziffern mit seinen Blutkörperchenzahlen. Dass wirklich ungeaichte Pipetten viel zu niedere Resultate geliefert haben, dafür spricht die Angabe Laker's, der mit Vorliebe sich eines Röhrchens bediente, das für Gesunde den Werth 85 ergab. — Aber auch Schröder's geaichte Pipette drückte an Fehling's Apparat die Werthe zu der Tiefe der Meyer'schen Ergebnisse herab. — Genug, eine solche Trübung der Ergebnisse wissenschaftlichen Fleisses ist tief zu bedauern, und es ist zu wünschen, dass die grösste Sorgfalt bei der Herstellung solcher Unsicherheit und Verwirrung steuern möge.

Die Füllung der automatischen Capillaren habe ich vorgenommen mittelst einer etwa 4 Mm. weiten, sich allmählich zu capillärer Feinheit verjüngenden Pipette, deren Spitze dünner war als die Lichtung der Capillare. Auf diese Weise liess sich fast immer eine Benetzung der Aussenfläche mit Blut vermeiden. Kam diese doch vor, so habe ich, wie ich es später bei Oertel fand, zum Abwischen die zuvor jedes Mal mit einem Tuch getrocknete Fingerbeere benutzt, da Fliesspapier und Watte, wie es von v. Fleischl empfiehlt und Leepin auf der Drahtöse eines Messröhrchens zur festen Handhabung montirte, zu leicht verhängnissvoll wird für den Inhalt der Capillare. War dieser zu reichlich, sodass ein positiver Meniscus entstand, wurde er, wie bei Oertel, ebenfalls mit dem getrockneten Finger bei horizontaler Haltung des Röhrchens abgewischt, und zwar solange,

wie der Finger noch Blut annahm, unter Vermeidung von Berührung mit blutbefeuchteten Stellen des Fingers. Die Anwendung von Fliesspapier zu diesem Zweck ist verwerflich, weil es seine aspirirende Kraft in höherem Grade auf das Serum, als auf die Blutkörperchen geltend macht, und dadurch relativ zu wenig Blutkörperchen aus dem Röhrchen entfernt werden, ganz abgesehen von der Schwierigkeit, die Saugwirkung graduell gleichmässig abzustufen. — Die Capillare wurde, um das gleich hier zu erledigen, jedesmal nach ihrer Reinigung mit Wasser in 96 proc. Alkohol gelegt, dann mit Fliesspapier aussen und innen getrocknet, schliesslich der letzte Rest des Spiritus über der Flamme verdunstet. Die Füllungspipette wurde vor der Beschickung der Capillare mit Blut durchgespült, dann zur Füllung der Capillare verwandt, zuletzt mit Wasser und Alkohol gereinigt.

Die Untersuchung an defibrinirtem Blut setzte mich im Stand, bei jeder Blutprobe fünfmal die Capillare zu füllen. Auf diese Weise durfte ich hoffen, den mit diesem Vorgang verbundenen Fehler möglichst herabzumindern.

Ueber die aus der Füllung der Capillare entspringenden Ungenauigkeiten habe ich in der mir zugänglichen Literatur nur zwei Notizen gefunden. Wick sagt, dass man durch diese Fehlerquelle und die ungleiche Mischung des Blutes auf Fehler von 1—2 Proc. gefasst sein müsse, bei minder sorgfältigem Arbeiten auf 5 Proc. Energischer drückt sich Honigmann aus, der sein vernichtendes Urtheil über das Hämatometer gründet „auf die Unmöglichkeit, die Capillare gleichmässig zu füllen.“ Es ist befremdend, dass dieser Fehlerquelle so wenig Beachtung zu Theil geworden ist; sie ist um so verhängnissvoller, als sie noch in den Abschnitt der ganzen Procedur fällt, wo wegen der zu befürchtenden Gerinnung gewöhnlich grosse Eile angezeigt ist. — Die scharfe Kritik Honigmann's wird uns verständlich, wenn wir uns daran erinnern, dass Leichtenstern für die Grösse des Fehlers beim Abmessen — allerdings hatte er es mit Blut und Verdünnungsflüssigkeit zu thun — den zehnfachen Werth des Ablesungsfehlers am Spektrophotometer fand.

Zur Bestimmung der Fehlergrösse bei fünfmaliger Pipettenfüllung, wie ich sie angewandt habe, boten sich zwei Wege, eine Gewichtsmethode und eine Raummethode.

Die erste hätte in fünfmaliger Wägung der fünfmal mit demselben Blut gefüllten Capillare bestanden. Die durchschnittliche Abweichung der einzelnen Ziffern von dem Mittel aus allen fünf Resultaten würde den mittleren Füllungsfehler angeben. Die Raummethode

gestattete die Verwerthung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse. An Stelle der einzelnen Wägungen treten hier die am Hämatometer aus je 10 Ablesungen ermittelten Resultate von den fünf Füllungen, an Stelle des Wägungsmittels das Gesammtmittel aus den 5 erhaltenen Füllungsergebnissen. Die durchschnittliche Abweichung der letzten vom Gesammtmittel würde die Grösse des gesuchten Fehlers angeben. Nun sind aber die Füllungsergebnisse mit einem doppelten Fehler belastet: dem, den die Füllung der Capillare und dem, den die Ablesung mit sich bringt. Die Differenz aus dem gemeinsamen Fehler (Füllungs- und Ablesungsfehler) und dem Ablesungsfehler entspricht dem Werthe des Füllungsfehlers.

Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung der Versuche, die zur Ermittelung des gemeinsamen Fehlers zu Gebote standen. Es wurden nur solche Versuche berücksichtigt, wo jedes Mal 5 Füllungen und an jeder genau 10 Ablesungen vorgenommen wurden. Diese 77 Experimente sind chronologisch geordnet, so dass jedes Mal das Datum, die 5 am Hämatometer gewonnenen Werthe der Füllungsmittel, das Gesammtmittel, die fünf Differenzen zwischen Gesammtmittel und Füllungsmitteln, endlich der Abstand des höchsten und niedersten Füllungsmittels angeführt sind.

Tabelle III.

Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.
1	26. Jan. 1892	83,7		+ 1,2		5	15. März 1892	99,2		+ 0,3	
		81,1		— 1,4				100,3		+ 1,4	
		82,1	82,5	— 0,4	2,6			95,7	98,9	— 3,2	4,6
		82,1		— 0,4				99,6		+ 0,7	
		83,7		+ 1,2				99,6		+ 0,7	
2	3. Febr. 1892	51,1		— 0,8		6	9. Mai 1892	58,9		+ 0,1	
		51,3		— 0,6				58,9		+ 0,1	
		54,5	51,9	+ 2,6	3,8			58,6	58,8	— 0,2	0,7
		50,7		— 1,2				59,1		+ 0,3	
		52,1		+ 0,2				58,4		— 0,4	
3	4. Febr. 1892	76,1		— 1,9		7	17. Mai 1892	65,7		+ 0,3	
		78,1		+ 0,1				65,0		— 0,4	
		77,7	78,0	— 0,3	3,6			64,7	65,4	— 0,7	2,5
		78,5		+ 0,5				64,5		— 0,9	
		79,7		+ 1,7				67,0		+ 1,6	
4	18. Febr. 1892	64,0		— 1,0		8	19. Mai 1892	75,2		+ 3,7	
		65,4		+ 0,4				69,8		— 1,7	
		64,8	65,0	— 0,2	1,7			70,7	71,5	— 0,8	5,4
		65,2		+ 0,2				71,5		0	
		65,7		+ 0,7				70,4		— 1,1	

Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.
9	8. Juni 1892	77,3		— 0,3		19	6. Juli 1892	86,9		— 0,5	
		77,1		— 0,5				89,4		+ 2,0	
		77,5	77,6	— 0,1	1,3			87,0	87,4	— 0,4	2,8
		77,6		0				86,6		— 0,8	
		78,4		+ 0,8				87,1		— 0,3	
10	9. Juni 1892	73,3		— 0,8		20	8. Juli 1891	76,9		— 1,2	
		73,6		— 0,5				77,3		— 0,8	
		75,1	74,1	+ 1,0	3,0			77,8	78,1	— 0,3	3,2
		75,7		+ 1,6				78,6		+ 0,5	
		72,7		— 1,4				80,1		+ 2,0	
11	12. Juni 1892	72,0		+ 1,3		21	11. Juli 1892	95,1		— 0,1	
		72,1		+ 1,4				97,0		+ 1,8	
		70,7	70,7	0	2,9			95,7	95,2	+ 0,5	5,2
		69,2		— 1,5				91,8		— 3,4	
		69,4		— 1,3				95,7		+ 0,5	
12	13. Juni 1892	66,0		— 1,8		22	13. Juli 1892	86,3		+ 1,3	
		70,6		+ 2,8				85,4		+ 0,4	
		65,4	67,8	— 2,4	5,2			85,1	85,0	+ 0,1	2,3
		69,0		+ 1,2				84,1		— 0,9	
		67,9		+ 0,1				84,0		— 1,0	
13	15. Juni 1892	71,2		+ 0,6		23	14. Juli 1892	87,5		+ 0,3	
		69,7		— 0,9				84,7		— 2,5	
		71,0	70,6	+ 0,4	1,5			88,1	87,2	+ 0,9	3,6
		71,0		+ 0,4				87,6		+ 0,4	
		70,1		— 0,5				88,3		+ 1,1	
14	25. Juni 1892	53,5		+ 0,3		24	15. Juli 1892	92,9		+ 1,1	
		51,3		— 1,9				89,5		— 2,3	
		54,8	53,2	+ 1,6	3,5			90,1	91,8	— 1,7	4,1
		52,2		— 1,0				93,0		+ 1,2	
		54,2		+ 1,0				93,6		+ 1,8	
15	27. Juni 1892	76,0		+ 0,1		25	20. Juli 1892	102,9		+ 2,7	
		76,3		+ 0,4				96,6		— 3,6	
		74,9	75,9	— 1,0	2,1			99,2	100,2	— 1,0	6,3
		75,5		— 0,4				99,9		— 0,3	
		77,0		+ 1,1				102,3		+ 2,1	
16	28. Juni 1892	79,8		+ 0,4		26	21. Juli 1892	96,5		+ 0,3	
		78,8		— 0,6				96,2		0	
		80,2	79,4	+ 0,8	1,5			96,8	96,2	+ 0,6	2,0
		79,3		— 0,1				94,8		— 1,4	
		78,7		— 0,7				96,7		+ 0,5	
17	30. Juni 1892	75,1		+ 1,9		27	21. Juli 1892	102,5		— 0,2	
		72,7		— 0,5				102,3		— 0,4	
		73,9	73,2	+ 0,7	3,5			101,6	102,7	— 1,1	4,4
		71,6		— 1,6				105,7		+ 3,0	
		72,6		— 0,6				101,3		— 1,4	
18	1. Juli 1892	76,7		+ 0,5		28	22. Juli 1892	111,2		+ 2,4	
		73,9		— 2,3				107,2		— 1,6	
		76,9	76,2	+ 0,7	3,0			107,7	108,8	— 1,1	4,0
		76,9		+ 0,7				108,7		— 0,1	
		76,6		+ 0,4				109,0		+ 0,2	

Nummer	Datum	Füllungs-ergebniss	Gesammt-mittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Füllungs-ergebniss	Gesammt-mittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.
29	26. Juli 1892	90,5		+ 3,0		39	21. Aug. 1892	92,8		— 1,0	
		87,7		+ 0,2				93,5		— 0,3	
		86,6	87,5	— 0,9	5,0			95,3	93,8	+ 1,5	2,9
		87,1		— 0,4				92,4		— 1,4	
		85,5		— 2,0				95,0		+ 1,2	
30	1. Aug. 1892	96,8		+ 1,0		40	21. Aug. 1892	97,7		+ 2,2	
		97,3		+ 1,5				94,4		— 1,1	
		92,9	95,8	— 2,9	6,3			95,9	95,5	+ 0,4	4,8
		92,9		— 2,9				96,4		+ 0,9	
		99,2		+ 3,4				92,9		— 2,6	
31	2. Aug. 1892	98,8		— 3,5		41	24. Aug. 1892	60,3		— 2,4	
		101,1		— 1,2				64,0		+ 1,3	
		103,0	102,3	+ 0,7	5,6			63,8	62,7	+ 1,1	3,7
		104,3		+ 2,0				63,3		+ 0,6	
		104,4		+ 2,1				62,4		— 0,3	
32	5. Aug. 1892	101,2		— 1,4		42	23. Sept. 1892	92,6		+ 3,7	
		101,8		— 0,8				86,6		— 2,3	
		102,3	102,6	— 0,3	4,5			85,1	88,9	— 3,8	7,5
		102,2		— 0,4				90,6		+ 1,7	
		105,7		+ 3,1				89,7		+ 0,8	
33	9. Aug. 1892	95,5		+ 0,9		43	24. Sept. 1892	60,2		— 2,1	
		94,8		+ 0,2				63,9		+ 1,6	
		94,0	94,6	— 0,6	1,5			62,0	62,3	— 0,3	4,6
		94,0		— 0,6				64,8		+ 2,5	
		94,8		+ 0,2				60,7		— 1,6	
34	10. Aug. 1892	100,8		+ 7,1		44	Juli 1893	84,3		+ 1,9	
		88,3		— 5,4				82,8		+ 0,4	
		91,5	93,7	— 2,2	12,5			82,2	82,4	— 0,2	3,6
		96,3		+ 2,6				81,8		— 0,6	
		91,7		— 2,0				80,7		— 1,7	
35	10. Aug. 1892	91,3		+ 0,8		45	5. Aug. 1894	80,3		+ 4,3	
		92,2		+ 1,7				76,8		+ 0,8	
		91,7	90,5	+ 1,2	4,6			72,9	76,0	— 3,1	7,4
		87,6		— 2,9				75,0		— 1,0	
		89,7		— 0,8				75,0		— 1,0	
36	11. Aug. 1892	106,6		+ 1,3		46	6. Aug. 1894	86,0		+ 0,3	
		104,1		— 1,2				85,4		— 0,3	
		101,9	105,3	— 3,4	5,8			87,8	85,7	+ 2,1	4,1
		106,2		+ 0,9				85,4		— 0,3	
		107,7		+ 2,4				83,7		— 2,0	
37	12. Aug. 1892	95,8		+ 8,0		47	7. Aug. 1894	72,4		— 1,1	
		86,6		— 1,2				72,4		— 1,1	
		86,8	87,8	— 1,0	14,3			72,9	73,5	— 0,6	2,3
		88,5		+ 0,7				74,7		+ 1,2	
		81,5		— 6,3				74,1		+ 0,6	
38	12. Aug. 1892	99,3		— 3,0		48	12. Sept. 1894	83,6		— 4,6	
		105,6		+ 3,3				88,0		— 0,2	
		99,0	102,3	— 3,3	6,6			88,2	88,2	0	7,6
		102,2		— 0,1				91,2		+ 3,0	
		105,5		+ 3,2				90,2		+ 2,0	

Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Füllungsergebniss	Gesammtmittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.
49	13. Sept. 1894	92,1		— 0,6		59	12. Oct. 1894	72,8		— 2,6	
		92,7		0				75,8		+ 0,4	
		92,9	92,7	+ 0,2	1,9			75,3	75,4	— 0,1	3,9
		92,0		— 0,7				76,7		+ 1,3	
		93,9		+ 1,2				76,2		+ 0,8	
50	15. Sept. 1894	72,3		+ 0,1		60	23. Oct. 1894	96,8		— 1,4	
		73,4		+ 1,2				98,2		0	
		69,6	72,2	— 2,6	5,5			98,7	98,2	+ 0,5	2,2
		70,8		— 1,4				99,0		+ 0,8	
		75,1		+ 2,9				98,2		0	
51	16. Sept. 1894	97,1		+ 5,5		61	26. Oct. 1894	89,4		+ 0,2	
		91,4		— 0,2				89,9		+ 0,7	
		91,3	91,6	— 0,3	9,2			87,8	89,2	— 1,4	3,3
		90,3		— 1,3				91,1		+ 1,9	
		87,9		— 3,7				87,9		— 1,3	
52	20. Sept. 1894	77,4		+ 1,8		62	27. Oct. 1894	87,9		— 3,8	
		75,7		+ 0,1				91,3		— 0,4	
		75,4	75,6	— 0,2	4,0			92,2	91,7	+ 0,5	5,9
		73,4		— 2,2				93,8		+ 2,1	
		76,1		+ 0,5				93,5		+ 1,8	
53	24. Sept. 1894	99,9		— 2,0		63	7. Dec. 1894	92,0		+ 0,4	
		101,6		— 0,3				91,5		— 0,1	
		102,4	101,9	+ 0,5	3,7			91,1	91,6	— 0,5	0,9
		101,9		0				91,6		0	
		103,6		+ 1,7				91,7		+ 0,1	
54	25. Sept. 1894	97,4		+ 1,7		64	8. Dec. 1894	94,2		— 0,2	
		96,4		+ 0,7				92,6		— 1,8	
		92,7	95,7	— 3,0	4,7			94,3	94,4	— 0,1	2,9
		94,6		— 1,1				95,5		+ 1,1	
		97,2		+ 1,5				95,4		+ 1,0	
55	27. Sept. 1894	109,3		+ 0,2		65	9. Dec. 1894	100,2		+ 1,0	
		109,8		+ 0,7				101,9		+ 2,7	
		109,4	109,1	+ 0,3	2,3			97,6	99,2	— 1,6	4,3
		109,6		+ 0,5				97,7		— 1,5	
		107,5		— 1,6				98,8		— 0,4	
56	11. Oct. 1894	85,6		— 0,1		66	10. Dec. 1894	96,9		0	
		86,3		+ 0,6				100,2		+ 3,3	
		86,6	85,7	+ 0,9	2,1			96,6	96,9	— 0,3	5,9
		85,3		— 0,4				94,3		— 2,6	
		84,5		— 1,2				96,6		— 0,3	
57	11. Oct. 1894	80,3		+ 1,7		67	12. Dec. 1894	81,5		+ 1,5	
		77,0		— 1,6				78,8		— 1,2	
		78,4	78,6	— 0,2	3,3			77,7	80,0	— 2,3	3,8
		77,3		— 1,3				80,6		+ 0,6	
		80,2		+ 1,6				81,3		+ 1,3	
58	12. Oct. 1894	89,9		— 1,9		68	13. Dec. 1894	91,5		— 1,4	
		90,4		— 1,4				92,7		— 0,2	
		93,8	91,8	+ 2,0	3,9			93,0	92,9	+ 0,1	2,4
		92,2		+ 0,4				93,9		+ 1,0	
		92,8		+ 1,0				93,3		+ 0,4	

Nummer	Datum	Füllungs-ergebniss	Gesammt-mittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Füllungs-ergebniss	Gesammt-mittel	Differenz	Differenz zw. Max. u. Min.
69	14. Dec. 1894	87,1		+ 0,2		74	26. Dec. 1894	108,6		+ 1,1	
		87,3		+ 0,4				107,2		— 0,3	
		86,3	86,9	— 0,6	1,0			107,9	107,5	+ 0,4	2,5
		86,5		— 0,4				106,1		— 1,4	
		87,1		+ 0,2				107,6		+ 0,1	
70	16. Dec. 1894	93,4		+ 0,9							
		91,3		— 1,2							
		90,5	92,5	— 2,0	4,6	75	29. Dec. 1894	101,6		+ 2,0	
		92,3		— 0,2				99,1		— 0,5	
		95,1		+ 2,6				100,3	99,6	+ 0,7	3,6
71	22. Dec. 1894	91,5		— 0,7				98,0		— 1,6	
		93,0		+ 0,8				99,2		— 0,4	
		90,9	92,2	— 1,3	2,4						
		92,1		— 0,1							
		93,3		+ 1,1		76	8. Jan. 1895	87,2		+ 1,3	
72	23. Dec. 1894	100,3		— 0,5				83,9		— 2,0	
		102,1		+ 1,3				85,6	85,9	— 0,3	3,3
		100,9	100,8	+ 0,1	2,0			86,4		+ 0,5	
		100,1		— 0,7				86,5		+ 0,6	
		100,4		— 0,4							
73	23. Dec. 1894	96,2		0		77	9. Jan. 1895	95,0		— 1,5	
		96,1		— 0,1				94,3		— 2,2	
		96,6	96,2	+ 0,4	1,1			96,8	96,5	+ 0,3	4,1
		95,6		— 0,6				98,4		+ 1,9	
		96,7		+ 0,5				98,0		+ 1,5	

Es ergiebt sich daraus als mittlerer Werth des durch Capillarfüllung und Ablesung zugleich bedingten Fehlers die Grösse von

$$\pm\ 1{,}1937\ \text{Proc.}$$

Das Minimum des gemeinsamen Fehlers ist 0, sein Maximum 8 Proc.

Der durchschnittliche Abstand des höchsten und niedrigsten Füllungsmittels ist

3,96 Proc.,

sein Minimum 0,9, sein Maximum 14,3 Proc.

Von dem Werth des gemeinsamen Fehlers ist nun der des Ablesungsfehlers $\pm$ 0,6252 abzuziehen (s. unten S. 33—36), und somit ist der Füllungsfehler =

$$\begin{array}{r} \pm\ 1{,}1937 \\ -\ \pm\ 0{,}6252 \\ \hline = \pm\ 0{,}5685\ \text{Proc.} \end{array}$$

Eine allgemeine Erfahrung lehrt, dass mit zunehmendem Material die Schwankungen geringer werden, d. h. ihr Mittelwerth, so dürfte

der durch nur 50 Versuche (s. unten) bestimmte Ablesungsfehler im Vergleich mit dem aus 77 eruirten gemeinsamen Fehlern wohl etwas zu hoch angenommen sein, und also der Füllungsfehler wohl etwas zu niedrig.

In entgegengesetztem Sinne aber wirkt ein anderes Moment, dem wir bisher keine Rechnung getragen. In unserem Werthe des Füllungsfehlers inhärirt noch der eines Mischungsfehlers, der durch Ungleichheiten bei der jedesmaligen Verdünnung entsteht. Jedenfalls ist diese Grösse, die sich bei unserer Versuchsanordnung der genauen Taxirung entzieht, als Theil eines so kleinen Werthes absolut sehr gering, bedingt aber, dass der Füllungsfehler noch kleiner ist, als wir ihn gefunden. Immerhin ist der bestimmte Werth sehr klein und zwar zweifellos infolge der wiederholten Beschickung der Capillare. Bei der Untersuchung des nicht defibrinirten Blutes ist diese aber nicht möglich, wenn man nach Laker nur eine Capillare anwendet. Gerade mit Rücksicht auf die Abnahme des Füllungsfehlers dürften wir wohl bei jedesmaliger Füllung mehrerer Capillaren, deren Grössenverhältniss nach einer der oben angegebenen Methoden festgestellt ist, genauere Ergebnisse erhalten als beim Gebrauch nur eines Messröhrchens. Am besten würde dann jeder Apparat, um der Gerinnung des Capillarinhaltes vorzubeugen, mit einer der Capillarzahl entsprechenden Anzahl gleicher Trommeln ausgestattet, wodurch die Kosten kaum wesentlich erhöht werden dürften.

Bevor wir dies Gebiet verlassen, ist es unsere Pflicht, uns Rechenschaft zu geben über die Ursache der besonders grossen Schwankungen, wie wir sie in Tabelle 3 finden. Aus den objectiven Versuchsbedingungen lässt sich eine Erklärung nicht herleiten, hingegen sind wir im Stande für die Fälle, wo die Distanz der Maxima und Minima 5,9 überschreitet, häufig subjective Störungen nachzuweisen. Und zwar kommen in Betracht: Unvollkommene Nachtruhe (Uebernachten auf dem Sopha mit Beobachtung eines Versuchsthieres), körperliche Ermüdung durch grosse Fusswege (2—3 Stunden) am Abend zuvor oder am Morgen des Untersuchungstages oder beiderlei Art; wir kennen den nachtheiligen Einfluss solcher Anstrengung auf geistige Arbeit (Bettmann) und werden dasselbe erwarten dürfen, wo Schwierigkeiten bei der Blutgewinnung und hastiger Transport an den Untersuchungsort psychische Aufregung verursacht haben, endlich in einem Falle, wo eine Pause von 13 Monaten seit der letzten Untersuchung verflossen war.

Wir finden diese Antecedentien unter den 18 in Betracht kommenden Versuchen 11mal (Tabelle 4), während sie in den übrigen 59 Versuchen nicht 10mal gegeben waren.

Tabelle 4.

Art der Versuchsstörung	Zahl der Versuche
Pause von 13 Monaten	1
Ungenügende Nachtruhe	1
Hastiger Transport vorher	3
Marsch	6
Keine besondere Ursache	7

Es erhellt daraus zur Genüge der Einfluss der jeweiligen Disposition auf die Arbeit am Hämatometer.

Kehren wir nun zu dieser zurück!

Als Verdünnungsflüssigkeit des Blutes ist zwar Brunnenwasser gestattet, doch verdient das destillirte Wasser den Vorzug. In einem Falle erhielt ich bei demselben Blut mit aq. dest. eine völlig klare Lösung, wo gewöhnliches Wasser mehrere Male zuvor ein trübes Gemisch geliefert hatte.

Unklare Lösungen bekommt man stets bei dem Blut der niedern Wirbelthiere (v. Fleischl, Morgenstern, Korniloff) infolge der kernhaltigen Blutkörperchen. Bei dem Blut mit biconcaven Zellen werden bedeutende Trübungen zuweilen bedingt durch hohen Gehalt an Leukocyten. v. Fleischl untersuchte das Blut eines leukämischen Knaben, das eine schmutzig-lehmige Farbe hatte und mit dem Glaskeil überhaupt nicht zu vergleichen war. Manche Opacitäten der Lösung verschwinden bei längerem Stehen (Laker), wie auch ich bemerkt habe. Nur einmal, bei dem Blut einer Myxödempatientin, behielt ich bei 3 von 5 Füllungen eine bleibende Trübung (trotz Aq. dest.). Wie sehr solche Nebel das Resultat beeinflussen, darüber gab mir folgender Versuch Aufschluss: zweimal je 15 Ablesungen an demselben Troginhalt vor und nach Zusatz eines minimalen Tröpfchens sehr stark verdünnter Milch zu der Blutlösung ergeben ein Verhältniss von

68,4 : 84,3.

Es war also wirklich, wie vermuthet, die Unklarheit der 3 Lösungen von 5 die Ursache ihrer höheren Werthe. — Zur Erklärung der Opacität gerade von 3 unter 5 Proben desselben Blutes möchte ich annehmen, dass die einzelnen Portionen in ungleicher Weise

Fibrinflocken beigemengt erhielten. Sonst habe ich von der Anwendung des defibrinirten Blutes nie einen Nachtheil bemerkt, und kann v. Lesser nicht beistimmen, der das vom Faserstoff befreite Blut für unbrauchbar hält zu farbenprüfenden Bestimmungen wegen der Langsamkeit, mit der die Fibringerinnsel sich von den eingeschlossenen uncontrolirbaren Mengen von Farbstoff befreien.

Zur Klärung der Blutlösungen hat man sich, wo grössere Mengen zu Gebote standen, des Filtrirens bedient (v. Lesser). Tomberg hat gezeigt, dass Hämoglobinverdünnungen durch das Filter nicht nur klarer, sondern auch hämoglobinärmer werden. Er eruirte für 2 Lösungen vor und nach dem Filtriren am Hämatometer 72 und 100 Proc., resp. 55,4 und 87 Proc. — Abgesehen davon verbietet beim Hämatometer der Flüssigkeitsverlust auf dem Filter diese Klärungsmethode.

Man hat denselben Zweck erreicht durch Zusatz von kaustischen (Vierordt) und kohlensauren Alkalien (Hüfner). Er ist constant bei den Verfahren der Hämoglobinbestimmung von Joillet und Laffond, Lambling, Quincke (der Letzte fügt übrigens noch gallensaures Natrium hinzu). Auch Leichtenstern hat am Vierordt'schen Spektrophotometer jedesmal NaOH zugesetzt. Sicher ist, dass Laugenbeimischung die am Apparat gefundenen Hämoglobinwerthe herabdrückt, am Spektrophotometer das Absorptionsvermögen (Korniloff), und zwar nehmen nach Leichtenstern die den relativen Hämoglobinmengen entsprechenden Extinctionscoëfficienten um 2 Proc. beim normalen, beim leukämischen Blut bis um 47,3 Proc. ab. Diese Verminderung geht ferner parallel der Concentration der KOH-lösung (Benczur), so das man mindestens wie dieser Autor und Leichtenstern immer den gleichen Zusatz machen soll. Dass die Einwirkung derselben 0,2proc. Sodalösung auf verschieden concentrirte Hämoglobinlösungen wirklich eine gleichmässige ist, ergiebt sich aus der Uebereinstimmung der Scalencorrecturtabelle Tomberg's mit wässrigen und sodahaltigen Lösungen (s. Original S. 34 u. 51). Ob aber das Zufügen von Alkalien für den Hämoglobingehalt ganz unschädlich ist (Benczur) und die Klärung nur auf die Zerstörung der Leukocyten zurückzuführen, deren Menge Leichtenstern durch Vergleich der wässrigen und alkalisch gemachten Blutlösung am Spektrophotometer hoffte bestimmen zu können, ist unentschieden. Tomberg lässt die gleichmässig niederen Werthe, die er bei soda-(0,2 proc.)-haltigen Verdünnungen des gleichen Blutes fand, nur „viel-

leicht“ auf ihrer grösseren Klarheit beruhen; Leepin aber, der nach Zusatz von einem Minimum Ammoniak Differenzen von 16—40 Proc. am Hämotometer bekam, spricht direct von Zerstörung des Farbstoffes und Biegański warnt, jemals Natronlauge zu benutzen, weil sie zwar die Flüssigkeit etwas klärt, aber den Grad der Färbung herabsetzt. Laker sah bei Alkalispuren, die er zur Zerstörung von Fibrinflocken zusetzte, Fehler bis zu 20 Proc. entstehen und räth, lieber auf derart behandelte Proben zu verzichten. Unentbehrlich ist zur Erreichung einer klaren Lösung das Alkali beim Blut mit kernhaltigen Körperchen (v. Fleischl, Morgenstern, Korniloff).

Ist die Verdünnung im Troge erfolgt, so ist auf möglichst gleichmässige Mischung zu achten; es scheint die Wiederholung dieses v. Fleischl'schen Rathes nicht ganz überflüssig, wenn man bedenkt, dass nach Laker durch ungleichmässige Mischung zumal in den Ecken des Troges Irrthümer bis zu 5 Proc. entstehen können. Dass auch der Mischungsfehler bei wiederholter Capillarfüllung und Verdünnung kleiner wird, lässt sich aus dem oben bei Besprechung des Füllungsfehlerwerthes Gesagten schliessen.

Hinsichtlich des Füllungsgrades des Troges sind meine Untersuchungen constant mit einem Fehler behaftet; unbekannt mit der Vorschrift v. Fleischl's, den Blutbehälter nach Einbringen des Blutes zunächst nur bis zur Hälfte oder Dreiviertel mit Wasser zu füllen, dann zu mischen und zuletzt bis zum Rande vorsichtig Wasser hinzuzufügen unter Vermeidung einer Vermengung mit dem unteren bluthaltigen Inhalte des Gefässes, habe ich in der Hoffnung auf eine gleichmässigere Mischung zu dem Blut im Troge von vorn herein eine grosse Menge Wasser hinzugesetzt, so dass nur noch der oberste kleine Theil des Gefässes mit Aqua dest. nachzufüllen war. Auf diese Weise bestanden bei mir auch die obersten Schichten des Inhaltes der Bluthälfte aus Hämoglobinlösung, und weil ich eine Diffusion zwischen den beiden Abtheilungen der Trommel fürchtete, wagte ich nicht diese bis zu dem vorgeschriebenen Grade, d. h. bis zum Rande zu füllen. Es blieb vielmehr ein concaver Meniscus, und zwar so, dass nur wenige Tropfen Wassers genügt hätten bis zur planen Füllung, bei der die Scheidewand des Troges sich lineär präsentirt, die beiden Halbkreise maximalgross, während die Entfernung von etwas Flüssigkeit bei dem gewählten Füllungsgrade die scheinbare Breite des Septums nicht änderte: diese scheinbare Breite betrug etwa $1^1/_2$ Mm., die beiden rothen Segmente erschienen kleiner als bei planer Füllung.

Sicherlich glaubte von Fleischl durch seine Füllungsweise die Möglichkeit einer Diffusion von Blutlösung gegen die Wasserhälfte ausgeschlossen zu haben. Gestattet er doch, Flüssigkeit aus einer Bluthälfte mit convexem Meniscus abzusaugen oder eventuell sogar einen gemeinsamen convexen Meniscus beider Abschnitte mit einem Deckglas abzuwischen. Nun hat Laker, der genau die Regeln v. Fleischl's befolgt hat, an der Hämoglobinlösung einen Unterschied, und zwar eine Abnahme von weniger als 1 Proc. gesehen nach längerem Stehen; er fasst dies als die Folge einer Diffusion auf. Wahrscheinlicher ist mir, dass es sich hier überhaupt nicht um die Wirkung einer Diffusion handelt, sondern um einen anderen bisher unbekannten Einfluss, der, wie wir unten sehen werden, den Hämoglobinwerth von Blutlösungen herabmindert, die längere Zeit stehen (s. S. 44ff.).

Eine Bedeutung der scheinbaren Ausdehnung der beiden farbigen Segmente bei planer und concaver Füllung war mir nicht entgangen, und zwar nicht nur im Sinne der grösseren Sicherheit der Ablesung bei planer Füllung (v. Fleischl), sondern auch quantitativ hinsichtlich der Höhe der Färbewerthe.

Einige speciell notirte Versuche mögen hier Platz finden. Nachdem die 5 in Tabelle 5 linksstehenden Ergebnisse durch je 15 Ablesungen mit Meniscusfüllung ermittelt waren, wurde die scheinbare Oberfläche jedesmal derselben Probe durch einige Tropfen Aq. dest. vergrössert, bis ein ebenes Niveau hergestellt war, dann durch 15 Einstellungen die 5 rechtsstehenden Ziffern eruirt.

Tabelle 5.

Meniskenfüllung	Ebene Füllung
60,7	61,0
90,3	95,6
98,0	99,1
98,8	103,6
102,8	107,7

Es dürfte, wie sich aus dem durchgehend niedreren Werthe der linken Zahlen ergiebt, in dem von mir gewählten Füllungsgrad mit concavem Meniscus eine Ursache liegen, durch die die gefundenen Werthe constant etwas zu niedrig sind.

Im entgegengesetzten Sinne wirkte ein anderer Fehler, dessen ich mich beständig schuldig gemacht habe, bei der Aufstellung

des Apparates. Er ist nach den Regeln v. Fleischl's so zu montiren, dass die Scheidewand zwischen den Halbkreisen in einer Ordinate steht, so dass das Bild der Segmente auf zwei neben einander liegende Netzhautbezirke fällt, nicht auf zwei, die durch eine horizontale Linie getrennt sind und übereinander liegen; im letzteren Falle sei die Einstellung unsicherer, weil die untere Netzhauthälfte, beständig durch das helle Licht des Firmamentes geblendet, habituell unempfindlicher ist, wie v. Fleischl angiebt.

Den Einfluss der Richtung des Apparates bemerkte ich gleich bei den ersten Vorversuchen; auch er ist ein quantitativer, wie dies die Betrachtung der folgenden Resultate ergiebt, die an demselben Trommelinhalt gewonnen wurden vor und nach Aenderung der Richtung des Apparates. Die über den Columnen stehenden Pfeile geben die Richtung des Septums, somit die des Hämatometers an (Tab. 6). Die Zahlenpaare 1—3 sind Mittel aus je 15 Ablesungen, die folgenden Ziffern einmalige sorgfältige Einstellungen, die mehr dazu dienen sollen, die Constanz der Erscheinung an allen Scalentheilen zu belegen.

Tabelle 6.

←	↑	←	↑
75,4	74,5	68,5	67,5
80,2	71,1	73,0	67,0
94,4	88,1	76,5	73,5
		80,0	75,0
31,0	30,0	84,0	77,0
43,0	41,0	97,0	87,0
53,0	52,0	104,0	103,0
53,0	46,0	*104,0	104,0*
65,0	60,0	112,5	100,0
68,0	62,5		

Die Summen dieser Reihen verhalten sich wie

100 : 93,98,

es folgt also aus diesen Versuchen eine Differenz von 6,02 Proc., und zwar sind die Werthe bei Aufstellung des Apparates in der Sagittalrichtung durchweg niederer als die bei frontaler Montirung (ausgenommen die beiden gleichen vorletzten Ziffern 104,0*).

Da die Ablesung nun eigentlich so stattfinden soll, dass der Apparat mit seiner Längsaxe (d. h. der des Keils) in einer Ordinate liegt, bei meinen Versuchen aber constant eine Richtung nach halblinks als Mittelstellung beobachtet wurde, so dürften dadurch die Ergebnisse etwas zu hoch sein. —

Bevor wir nun fortschreiten zur Betrachtung des Theils der Untersuchung, der uns die Maasszahlen für unsere Objecte liefert, zu der eigentlichen Ablesung, wollen wir unsere Aufmerksamkeit dem Theil des Instrumentes zuwenden, der uns als Vergleichungsniveau für die Blutlösungen dient, dem rothen Glaskeil. Wir haben dabei zweierlei zu betrachten, die Färbung an und für sich und ihre Abstufung. Beginnen wir mit der letzten.

Die Gleichmässigkeit der Zu- oder Abnahme der Färbung des Prismas ist gebunden an die Regelmässigkeit seiner Form. Die Frage, ob diese beiden für uns identischen Momente sich wirklich so verhalten, wie es die dem Keil beigegebenen Scalenziffern anzeigen, ist von Neubert, Lezius, Leepin, Tomberg, Winiarski, Schülern Dehio's, untersucht worden. Sie bedienten sich nach Neubert's Vorgang der folgenden Methode.

Aus defibrinirtem Blut wurde eine Hämoglobinlösung hergestellt und so lange verdünnt, bis sie, in die Bluthälfte der Trommel gefüllt, einen Hämoglobingehalt von ungefähr 100 hatte. Von dieser Stammlösung A wurden nun verschiedene Verdünnungen angefertigt im Verhältniss von

I.	90	Theile	A	zu	10	Theilen	Aq.	dest.
II.	80	=	A	=	20	=	=	=
III.	70	=	A	=	30	=	=	=
bis IX.	10	=	A	=	90	=	=	=

Hiermit wurde der Apparat beschickt; es mussten dann als Hämoglobinwerthe die Zahlen abgelesen werden, die jedesmal den Gehalt der untersuchten Verdünnung an Theilen A direct anzeigten, also für I. 90, für III. 70 und so fort. War A nicht genau = 100, so mussten die gefundenen Zahlen dieser Anforderung entsprechen, nachdem sie durch eine einfache Proportionsrechnung gemäss dem Verhältniss A : 100 umgemodelt waren.

Das Resultat entsprach nicht den Erwartungen. Die folgende der Arbeit von Winiarski entnommene Zusammenstellung enthält mit ihren Vorzeichen die Abweichungen, wie sie die einzelnen Autoren für die linksstehenden Concentrationsgrade fanden an demselben Apparat. (Der Tabelle [Tab. Nr. 7] habe ich die Zahl der von jedem Forscher angestellten Versuche hinzugefügt.) Die Ziffern bedeuten, wie alle für das Hämatometer in dieser Arbeit angegebenen Fehler nicht Procente der Leistung, sondern Procente der Scala des Apparates, also gewissermaassen Theilstriche (5 Proc. = 1 Theilstrich).

Tabelle 7 (Winiarski).

Autor	Neubert	Lezius	Tomberg	Winiarski
Zahl der Vers.	6	3	11	15
A =	100	100	100	100
90	— 2	— 1	— 0,4	— 0,5
80	— 4	— 5,2	— 1,4	— 1,0
70	— 5	— 1	— 2,8	— 2,5
60	— 6	— 6,7	— 3,6	— 3,6
50	— 8	— 8,1	— 4,5	— 5,1
40	— 8	— 9,4	— 5,2	— 5,2
30	—	—	— 5,4	— 5,2
20	—	—	— 5,5	— 5,5

Wir sehen daraus, dass

1. Färbung und Keildicke nicht gleichmässig abnehmen, dass
2. alle Abweichungen in derselben Richtung liegen, und zwar wie das constante negative Vorzeichen angiebt, sind alle Ablesungen zu niedrig, dass
3. der Fehler der Scala um so grösser wird, je geringer die Intensität der Färbung (Tomberg).

Betrachten wir nun die folgende analoge Zusammenstellung, die sich aus den Arbeiten von Leepin und Tomberg (S. 39) für ein anderes gemeinsam untersuchtes Exemplar (Tomberg's „Apparat C") ergiebt (Tabelle 8 links).

Tabelle 8 (Tomberg und Leepin).

Autor	Leepin	Tomberg	Tomberg
Zahl der Vers.	11	2	1
Apparat	C	C	B
A =	100	100	100
90	— 0,9	— 0,8	— 1
80	— 2,2	— 1,7	0
70	— 3,6	— 4,4	— 0,5
60	— 5,1	— 3,9	0
50	— 5,2	— 5,6	— 1,5
40	— 5,2	— 4,8	— 4,5
30	— 4,1	— 3,3	— 6
20	— 3,7	— 2,9	— 4,6
10	— 2,5	—	—

Hierfür und für ein drittes von Tomberg geprüftes Hämatometer (Tomberg's „Apparat B" siehe Tab. 8 rechts), gelten die aus Winiarski's Zusammenstellung zu folgernden Schlüsse. Nur ist die

Progression der Fehler bei verschiedenen Apparaten ungleich (Tomberg).

Es ist daher nöthig, für jedes Hämatometer nach der genannten Methode eine Correctur vorzunehmen (Tomberg, Dehio). Aus den dadurch gefundenen Ziffern wird eine richtige Scala construirt und die an der Scala des Apparates abgesehenen Werthe direct oder durch einfache Interpolation verbessert.

Es folgen nun die Correcturversuche für den von mir benutzten Apparat, die genau nach Neubert angestellt worden sind. Durch Zeitmangel gezwungen, musste ich mich vorläufig auf zwei Experimente beschränken: ihr Ergebniss ist aber im Vergleich zu dem der Dorpater Forscher so interessant, dass darum wohl die Wiedergabe der Versuche gestattet ist. Tabelle 9 enthält zunächst links wie Tab. 7 u. 8 die Abweichungen bei verschiedenen Verdünnungen, rechts die factischen Werthe, die in den beiden Versuchen am Hämatometer gefunden wurden, wenn A = 100.

Tabelle 9.

Zahl der Versuche . . .	2	Versuch . .	1	2
A =	100	A =	100	100
90	+ 3,2	Statt 90	91,8	94,5
80	+ 0,9	= 80	81,0	80,8
70	+ 1,5	= 70	70,7	72,2
60	+ 1,4	= 60	62,0	60,7
50	+ 0,8	= 50	50,8	50,7
40	+ 0,3	= 40	40,2	40,4

Die hier verzeichneten Abweichungen sind im Gegensatz zu den drei Dorpater Instrumenten immer positiv, eine Zunahme nach den dünneren Keilstellen ist nicht zu erkennen. Ich möchte daher vor einer Verallgemeinerung der Tomberg'schen Resultate warnen. Es ist ja auch an und für sich gar nicht wunderbar, dass ein Keil sich ebenso gut zu stark (Dorpater Apparat) wie zu schwach (unser Apparat) verjüngt, und im letzten Falle entstehen positive Abweichungen.

Ganz gewiss aber wäre es, wie Tomberg bemerkt, besser, wenn die mühsame Arbeit der Scalencorrectur dem Untersucher erspart würde, und der Fabrikant entweder richtige Keile schleifen oder die Scala, die er unregelmässigen Prismen beigiebt, empirisch feststellen würde.

Was die Färbung der Gläser an und für sich betrifft, so wollen wir annehmen, dass der Keil sich zusammensetzt aus fär-

benden Molecülen, die untereinander gleich sind; es würde dann das theoretische Ideal, — das wohl auch v. Fleischl als ein praktisch erfüllbares vorschwebte, indem er gleiche Pipettenvolumina für alle Apparate angab, — erreicht sein, wenn nicht nur am einzelnen Prisma die Höhen, bis zu denen die rothen Theilchen aufeinander gelagert sind, gleichmässig zunehmen von der Spitze bis zur Basis, sondern wenn zugleich an verschiedenen Keilen die Summe aller Molecüle gleich sein würde; oder wenn diese Summe, falls wir den Molecülen verschiedener Keile eine verschiedene Farbeintensität vindiciren wollen, sich jedesmal mit diesem Färbewerth zu einer constanten Grösse ergänzen würde.

Der ersten Bedingung wäre genügt durch die Correctur der Scala; wie steht es mit der zweiten? Ihr Inhalt ist kurz ausgedrückt, gleiche Färbung der einzelnen Keile. Wenn Tomberg mit derselben Hämoglobinlösung drei Apparate A, B und C beschickte, erhielt er Differenzen, deren Grösse zwischen Hämatometer A und B von 1—9 Proc., zwischen A und C von 4—22 Proc. bei verschiedenen Concentrationsgraden schwankte. Als Ursache hiervon war eine ungleiche Höhe der Tröge auszuschliessen; wenn er die verschiedenen Trommeln nach einander auf denselben Apparat setzte, erhielt er keine nennenswerthen Abweichungen, hingegen fast die gleichen Schwankungen wie oben, wenn derselbe gefüllte Trog auf verschiedene Instrumente gestellt wurde. Es musste also die Färbung der einzelnen Glaskeile ungleich sein, und zwar bedeutend ungleich. — Es scheint das Hämatometer diesen Mangel mit dem Hämatometer von Malassez zu theilen; wenigstens vermuthet Laache, dass seine im Vergleich zu Malassez constant zu niederen Hämoglobinwerthe darum ständig differirten, weil sein Apparat ein dunkleres Prisma hatte.

Wie wir oben gesehen haben, sucht der Fabrikant des Hämatometers die geschilderten Uebelstände durch entsprechende Variation des Capillarinhaltes zu beseitigen. Aber trotzdem sind die Ergebnisse an zwei Instrumenten nicht immer, wie im Falle Tomberg's (bei Gebrauch der entsprechenden Röhrchen) gleichartig. Sadler sah zwei Apparate constant um 2 Proc. differiren, Wolff erhielt an zwei Exemplaren bei Untersuchung aus demselben Blutstropfen Unterschiede von 10 Proc.

Mit anderen Worten, dieselben Scalenziffern bedeuten an verschiedenen Hämatometern etwas Ungleiches, oder wir sind, wie der Referent Dehio's in Schmidt's Jahrbüchern Bd. CCXXXVIII sagt, trotz der Correctur noch unsicher über

die Lage eines Normalpunktes, z. B. 100. Dieser Mangel wäre nur dadurch zu heben, falls man nicht die fast unmögliche Herstellung genau gleicher Keile fordern will, dass nicht wie bisher vom Fabrikanten der Normalpunkt einfach schematisch in bestimmter Entfernung vom Anfang des Keils festgelegt wird. Es muss hierfür eine Controle entweder nach einem Normalglas eintreten, oder, wenn man sie den wissenschaftlichen Instituten ermöglichen will, nach einer festzustellenden Hämoglobinlösung in unbedingt gleichförmigen und gleichgrossen Trommeln. Bisher aber ist es, wie mir scheint, dem einzelnen Untersucher unmöglich, diesem Fehler beizukommen, und er ist darum besonders bedenklich.

Kehren wir nun vom Maassstab zur Messung zurück.

Die Methode der Ablesung wird nach v. Fleischl dadurch erleichtert, dass man die beiden Segmente des Troges durch eine dunkle Pappröhre betrachtet, die das Auge vor directem Licht schützt. Auch dieser Vortheil war mir Anfangs entgangen, und später konnte ich mir ihn nicht mehr zu eigen machen. Das Verfahren ist entschieden sehr zu empfehlen; abgesehen von dem genannten Vorzug, den ich unvollkommener erreichte durch das Vorhalten der Hand vors Auge, wird durch das Rohr noch ein anderer störender Einfluss bei der Ablesung ausgeschaltet, der Anblick der Scala und das Sichtbarwerden des Keilrahmens unter dem Rande der Tischplatte, polirte Metalltheile, die nicht nur durch Spiegelung blenden, sondern verwerfliche Anhaltspunkte bei der Einstellung geben, die zumal für den ermüdeten Beobachter verführerisch sind. Dieser Versuchung suchte ich mich auf etwas primitivere Weise zu entziehen, indem ich den Tisch des Apparates stets mit einem ihn genügend weit überragenden Papier bedeckte, so dass ich nie des Rahmens ansichtig wurde. Ein zweites Papier verbarg die vom ersten freigelassene Scala.

Mit Recht bezeichnet es Klein als einen Vorzug des v. Fleischlschen Instrumentes gegenüber dem von Gowers, dass bei v. Fleischl die zu prüfende Blutlösung constant bleibt und beliebig oft mit ganz verschieden intensiv gefärbten Stellen des als Maassstab dienenden Glaskeils verglichen werden kann, während bei Gowers der Färbegrad des zu untersuchenden Blutes durch fortschreitende Verdünnung zur Uebereinstimmung gebracht werden muss mit einer unveränderlichen

Normallösung aus dem dem Hämoglobin, wenn auch nicht ganz gleichen (Laache, Sahli, Klein, Lederer), so doch selbst spektroskopisch (Malassez) sehr ähnlichen Pikrocarmin, das für diesen Zweck von Rajewski zuerst empfohlen wurde. Während demnach bei Gowers, wenn einmal das erstrebte Ziel erreicht ist, das Untersuchungsobject für weitere Prüfungen verloren ist, sind wir bei v. Fleischl in der Lage unsere Ermittelungen mehrmals zu wiederholen und ihre Ergebnisse zu controliren. Es verhält sich in dieser Beziehung das Hämatometer v. Fleischl's zum Hämoglobinometer von Gowers wie das Spectrophotometer von Vierordt und Huefner zu dem spektroskopischen Apparat von Preyer: bei Preyer wird dem zu prüfenden Blut, nachdem es verdünnt ist, so lange weiter Wasser zugesetzt, bis im Spectrum der erste Schein von Grün sichtbar wird. Am Vierordt'schen Instrument bringt man mit der Lichtstärke eines bestimmten Spectralabschnittes der constanten Blutlösung, die variable Helligkeit eines Lampenspectrums beliebig oft in Einklang (Wiskemann).

Den analogen Vortheil des Hämatometers suchte ich auszunutzen, indem ich nach jeder Füllung des Troges 10 Ablesungen vornahm.

Natürlich ist auch die Ablesung mit bestimmten Fehlern verbunden, deren Kenntniss nothwendig ist. Man pflegt sie, wie oben gesagt, nicht in Procenten der Leistung, sondern in Scalenprocenten auszudrücken. In der Literatur fand ich darüber Folgendes. Nach v. Fleischl liegen verschiedene Ablesungen ein und derselben Person an einer Blutprobe nie mehr als 1 Proc. auseinander. Morgenstern meint, dass sich beim Ablesen kaum ein Irrthum einschleichen konnte, der 1 Proc. überstiegen hätte, und auch Laker fand den dadurch entstehenden Fehler 1 Proc. Nach Bierfreund betrug die Abweichung der Controlbestimmungen nicht über 2 bis 4 Proc., Groll konnte sie auf einen Theilstrich reduciren (= 5 Proc.), und auch Schröder glaubt, dass sie sich kaum höher als 5 Proc. belaufen dürfte. Raum sagt nur, dass verschiedene Beobachtungen derselben Probe stark differiren. Wick war selbst bei ungestörter Aufmerksamkeit um 4 Proc. auf- und abwärts im Zweifel, und Winkelmann fand diese Schwankungen nie über 7 Proc. Es scheint ihm demnach die Einstellung der Probe unsicherer als die Gewinnung und Mischung des Blutes.

In der folgenden Tabelle Nr. 10 füge ich aus meinen Beobachtungen eine Zusammenstellung an von 6705 Differenzen je zweier aufeinander folgenden Ablesungen, die zu je 10 eine Gruppe bildeten;

es kamen Schwankungen vor von 0—13 Scalenprocenten, und zwar in der in der Tabelle angegebenen Häufigkeit.

Tabelle 10.

Differenzwerth	Häufigkeit	Differenzwerth	Häufigkeit
± 13	1	± 6	174
± 12	2	± 5	428
± 11	4	± 4	614
± 10	8	± 3	1020
± 9	20	± 2	1451
± 8	45	± 1	1661
± 7	102	± 0	1175

Es sind also, wenn wir nur zwei aufeinander folgende Ablesungen vergleichen, Differenzen von 0 bis ± 13 Scalenprocenten möglich, solche von 0 bis ± 3 weitaus am häufigsten. Es berechnet sich ferner aus dieser Tabelle ein mittlerer roher Fehler von ± 2,2 Scalenprocent, wie wir schon hier vorweg bemerken können, eine relativ geringe Genauigkeit, weil eben nur zwei einander folgende Ablesungen verglichen werden.

Ein Vergleich der Angaben der verschiedenen Forscher legt die Vermuthung nahe, dass der Ablesungsfehler individuell verschieden ist, und es dürfte so das Angeführte eine nachträgliche Ausfüllung der Lücke bilden, die oben bei der Betrachtung der Individualpsychologie der Beobachter hinsichtlich der verschiedenen Unterschiedsempfindlichkeit gelassen wurde. Diese Vermuthung findet allerdings in der allgemeinen Erfahrung und Analogie eine grössere Stütze, als in den eben citirten Fehlerwerthen, da, abgesehen von der Allgemeinheit und Unbestimmtheit der Angaben alle Autoren über die Art, wie sie abgelesen haben, schweigen; die sich darüber äussern, geben die Grösse des Ablesungsfehlers nicht an. Der einzige, der hiervon eine Ausnahme macht, ist Tomberg, dessen Ergebniss ich daher von den übrigen getrennt anführe: er hat in 85 Versuchen je 6 Einstellungen gemacht, und aus seiner Tabelle auf S. 68 kann man einen mittleren rohen Ablesungsfehler von ± 0,95 Proc. berechnen. In 7 von 85 Fällen ging er über 2 Proc. hinaus, die Maxima waren — 3,9 und + 4,3, das Minimum 0.

Um den Ablesungsfehler bei meiner Methode zu bestimmen (je 10 Ablesungen an fünf verschiedenen Füllungen der Capillaren mit demselben Blut) habe ich 2500 Ablesungen in 50 Versuchen zu je 5 × 10 Ablesungen gemacht an jedesmal derselben, während des Versuches völlig unveränderten Blutlösung im Troge. So war der mit der Capillarfüllung

verbundene Fehler ausgeschaltet, und der Gebrauch der Capillaren wurde selbst bei der Beschickung der Trommel vermieden, indem die in einem grossen Gefäss gemischte Hämoglobinlösung fertig mit einer Pipette in die Bluthälfte eingegossen wurde. Es dienten mir hierbei Verdünnungen defibrinirten Schweineblutes, und, um eine möglichst grosse Vergleichbarkeit dieser Ablesungsversuche (A-Versuche) mit den oben (Tabelle 3) mitgetheilten Experimenten mit wechselnder Capillarfüllung (F-Versuche) zu erreichen, wurden die in den F-Versuchen häufigsten Concentrationsgrade von 110—70 abwechselnd verwendet. Zum Zwecke weitgehendster Analogie der F- und A-Versuche wurde ferner bei den A-Versuchen nach je 10 Ablesungen eine Pause von 2 Minuten (Secundenzeiger!) gemacht, während der das Auge durch Vorhalten der Hand und Schliessen vor directen Licht geschützt wurde; diese Pause entsprach der Zeit, die sonst zur Trocknung und Füllung der Capillare und zur Entleerung, Reinigung und Neufüllung der Trommel diente. Von den F-Versuchen fiel auf einen Tag fast immer nur einer, nie mehr als zwei. Da ich gezwungen war, die A-Versuche in kürzerer Zeit zu erledigen, so wurde zwischen je 2 Versuchen immer eine Ruhezeit von mindestens 30 Minuten eingelegt, die ich fast ausnahmslos in ausgestreckter Körperlage und in absoluter Unthätigkeit verbrachte. Selbstverständlich wurde immer mit demselben Auge abgelesen, und zwar mit dem rechten.

Aus den 10 Ablesungen einer Reihe wurde ganz wie oben bei den F-Versuchen jedesmal das Mittel gezogen, die 5 Reihenmittel von dem Gesammtmittel aus den 5 Reihenmitteln subtrahirt. Der durchschnittliche Werth dieser Differenz ist der mittlere Ablesungsfehler.

In der folgenden Tabelle 11 sind diese 50 Versuche zusammengestellt, und zwar ist ausser den eben genannten Werthen noch jedesmal wie bei den F-Versuchen der Abstand des höchsten und niedersten Reihenmittels angegeben.

Tabelle 11.

Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.
1	11. Mai 1895 8 h Abends	93,5		— 0,1		2	12. Mai 1895 8 h 45 m Morgens	96,7		— 2,2	
		92,9		— 0,7				99,1		+ 0,2	
		93,9	93,6	+ 0,3	1,2			98,4	98,9	— 0,5	3,8
		93,6		0				100,5		+ 1,6	
		94,1		+ 0,5				99,9		+ 1,0	

Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.
3	12. Mai	75,7		+ 1,4		13	14. Mai	86,6		— 0,2	
	1895	73,4		— 0,9			1895	88,4		+ 1,6	
	12 h Mittags	74,4	74,3	+ 0,1	2,3		8 h 35 m Vorm.	88,4	86,8	+ 1,6	3,1
		74,2		— 0,1				85,3		— 1,5	
		73,6		— 0,7				85,4		— 1,4	
4	12. Mai	93,1		0		14	14. Mai	66,1		— 1,0	
	1895	93,9		+ 0,8			1895	67,4		+ 0,3	
	4 h 15 m Nachm.	94,7	93,1	+ 1,6	3,0		9 h 40 m Vorm.	67,6	67,1	+ 0,5	1,8
		91,7		— 1,4				66,7		— 0,4	
		92,3		— 0,8				67,9		+ 0,8	
5	12. Mai	78,8		— 1,0		15	14. Mai	86,1		— 0,7	
	1895	79,6		— 0,2			1895	87,1		+ 0,3	
	8 h 45 m Abends	79,9	79,8	+ 0,1	1,3		10 h 40 m Vorm.	86,8	86,8	0	1,3
		80,1		+ 0,3				86,6		— 0,2	
		79,6		— 0,2				87,4		+ 0,6	
6	13. Mai	96,6		+ 2,2		16	14. Mai	91,6		+ 0,2	
	1895	94,5		+ 0,1			1895	91,8		0	
	7 h 35 m Morgens	93,8	94,4	— 0,6	3,2		11 h 40 m Vorm.	92,9	91,8	+ 1,1	1,5
		93,4		— 1,0				91,5		— 0,3	
		93,5		— 0,9				91,4		— 0,4	
7	13. Mai	103,1		— 0,6		17	14. Mai	105,3		+ 1,4	
	1895	106,1		+ 2,4			1895	103,9		0	
	10 h 50 m Morgens	102,9	103,7	— 0,8	3,4		3 h 22 m Nachm.	103,3	103,9	— 0,6	2,0
		102,7		— 1,0				103,7		— 0,2	
		103,5		— 0,2				103,4		— 0,5	
8	13. Mai	76,7		— 0,1		18	14. Mai	73,0		+ 0,7	
	1895	76,7		— 0,1			1895	72,7		+ 0,4	
	12 h Mittags	76,8	76,8	0	1,0		4 h 20 m Nachm.	71,8	72,3	— 0,5	1,2
		77,5		+ 0,7				72,0		— 0,3	
		76,5		— 0,3				72,2		— 0,1	
9	13. Mai	85,6		— 0,5		19	14. Mai	97,1		— 0,4	
	1895	85,1		— 1,0			1895	98,1		+ 0,6	
	3 h 30 m Nachm.	86,9	86,1	+ 0,8	1,9		6 h 12 m Abends	96,7	97,5	— 0,8	1,5
		85,8		— 0,3				98,2		+ 0,7	
		87,0		+ 0,9				97,6		+ 0,1	
10	13. Mai	69,4		— 1,4		20	14. Mai	75,8		— 1,5	
	1895	70,0		— 0,8			1895	77,0		— 0,3	
	5 h 10 m Nachm.	70,5	70,8	— 0,3	2,7		7 h 10 m Abends	78,0	77,3	+ 0,7	2,8
		71,8		+ 1,0				78,6		+ 1,3	
		72,1		+ 1,3				77,3		0	
11	13. Mai	99,7		— 1,4		21	14. Mai	63,7		— 0,5	
	1895	101,2		+ 0,1			1895	65,1		+ 0,9	
	6 h 50 m Nachm.	101,3	101,1	+ 0,2	2,1		8 h Abends	64,0	64,2	— 0,2	1,4
		101,8		+ 0,7				64,2		0	
		101,4		+ 0,3				64,1		— 0,1	
12	13. Mai	89,9		— 1,5		22	15. Mai	109,3		+ 0,3	
	1895	90,4		— 1,0			1895	108,8		— 0,2	
	8 h 30 m Nachm.	91,2	91,4	— 0,2	3,3		7 h 20 m Vorm.	108,9	109,0	— 0,1	1,2
		92,4		+ 1,0				108,4		— 0,6	
		93,2		+ 1,8				109,6		+ 0,6	

Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.
23	15. Mai	103,4		— 1,5	
	1895	104,6		— 0,3	
	8 h 15 m	106,1	104,9	+ 1,2	2,7
	Vorm.	105,5		+ 0,6	
		105,0		+ 0,1	
24	15. Mai	100,3		+ 1,7	
	1895	97,1		— 1,5	
	9 h 10 m	98,6	98,6	0	3,2
	Vorm.	98,7		+ 0,1	
		98,3		— 0,3	
25	15. Mai	95,1		— 0,6	
	1895	95,2		— 0,5	
	10 h 15 m	95,8	95,7	+ 0,1	1,6
	Vorm.	95,7		0	
		96,7		+ 1,0	
26	15. Mai	94,0		+ 0,5	
	1895	94,2		+ 0,7	
	11 h 10 m	91,5	93,5	— 2,0	2,8
	Vorm.	94,3		+ 0,8	
		93,6		+ 0,1	
27	15. Mai	90,0		— 0,3	
	1895	89,8		— 0,5	
	12 h 5 m	90,5	90,3	+ 0,2	1,3
	Mittags	90,3		0	
		91,1		+ 0,8	
28	15. Mai	80,2		— 0,1	
	1895	80,7		+ 0,4	
	4 h Nach-	79,6	80,3	— 0,7	1,5
	mittags	81,1		+ 0,8	
		79,8		— 0,5	
29	15. Mai	88,1		+ 0,3	
	1895	88,3		+ 0,5	
	4 h 55 m	87,9	87,8	+ 0,1	1,5
	Nachm.	88,1		+ 0,3	
		86,8		— 1,0	
30	15. Mai	83,4		— 0,5	
	1895	82,8		— 1,1	
	5 h 45 m	83,8	83,9	— 0,1	2,2
	Nachm.	84,4		+ 0,5	
		85,0		+ 1,1	
31	15. Mai	81,5		— 1,0	
	1895	83,1		+ 0,6	
	6 h 37 m	82,1	82,5	— 0,4	2,0
	Nachm.	83,5		+ 1,0	
		82,1		— 0,4	
32	15. Mai	76,8		— 0,1	
	1895	77,4		+ 0,5	
	7 h 25 m	77,9	76,9	+ 1,0	2,0
	Nachm.	76,6		— 0,3	
		75,9		— 1,0	
33	16. Mai	110,4		+ 0,3	
	1895	110,3		+ 0,2	
	7 h 25 m	110,3	110,1	+ 0,2	1,2
	Vorm.	110,4		+ 0,3	
		109,2		— 0,9	
34	16. Mai	109,2		+ 0,3	
	1895	109,1		+ 0,2	
	8 h 20 m	109,2	108,9	+ 0,3	0,9
	Vorm.	108,3		— 0,6	
		108,9		0	
35	16. Mai	103,1		— 2,0	
	1895	105,6		+ 0,5	
	9 h 10 m	105,0	105,1	— 0,1	3,5
	Vorm.	106,6		+ 1,5	
		105,3		+ 0,2	
36	16. Mai	83,1		— 1,3	
	1895	85,9		+ 1,5	
	10 h 5 m	84,6	84,4	+ 0,2	2,8
	Vorm.	84,1		— 0,3	
		84,4		0	
37	16. Mai	78,6		+ 0,2	
	1895	78,9		+ 0,5	
	11 h Vor-	78,4	78,4	0	1,1
	mittags	78,5		+ 0,1	
		77,8		— 0,6	
38	16. Mai	93,3		+ 1,2	
	1895	92,1		0	
	11 h 50 m	91,7	92,1	+ 0,6	2,7
	Vorm.	90,6		— 1,5	
		92,8		+ 0,7	
39	16. Mai	78,3		+ 0,4	
	1895	77,4		0,5	
	5 h 57 m	78,5	77,9	+ 0,6	1,1
	Nachm.	77,6		— 0,3	
		77,7		— 0,2	
40	16. Mai	74,2		— 1,1	
	1895	74,1		— 1,2	
	6 h 50 m	74,4	75,3	- 0,9	2,9
	Nachm.	77,0		+ 1,7	
		76,7		+ 1,4	
41	16. Mai	86,5		- 0,2	
	1895	86,1		— 0,6	
	7 h 37 m	86,4	86,7	- 0,3	1,3
	Nachm.	87,1		+ 0,4	
		87,4		+ 0,7	
42	17. Mai	106,3		— 0,3	
	1895	107,0		+ 0,4	
	10 h 20 m	106,3	106,6	— 0,3	1,0
	Vorm.	107,2		+ 0,6	
		106,2		- 0,4	

Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.	Nummer	Datum	Reihenmittel	Gesammtmittel	Differenzen	Differenz zw. Max. u. Min.
43	17. Mai	100,7		+ 0,4		47	17. Mai	70,9		— 0,8	
	1895	100,6		+ 0,3			1895	72,2		+ 0,5	
	11 h 15 m	100,2	100,3	— 0,1	1,0		5 h 30 m	71,2	71,7	— 0,5	1,5
	Vorm.	100,3		0			Nachm.	72,4		+ 0,7	
		99,7		— 0,6				71,7		0	
44	17. Mai	99,3		+ 0,6		48	17. Mai	70,7		+ 0,5	
	1895	98,2		— 0,5			1895	69,0		— 1,2	
	12 h 5 m	98,0	98,7	— 0,7	1,5		6 h 22 m	70,7	70,2	+ 0,5	1,7
	Mittags	98,7		0			Nachm.	70,0		+ 0,2	
		99,5		+ 0,8				70,6		+ 0,4	
45	17. Mai	89,8		+ 2,7		49	18. Mai	110,3		+ 2,7	
	1895	87,2		+ 0,1			1895	106,9		— 0,7	
	3 h 22 m	87,3	87,1	+ 0,2	5,5		8 h 45 m	107,3	107,6	— 0,3	4,5
	Nachm.	84,3		— 2,8			Vorm.	106,8		— 0,8	
		86,7		— 0,4				105,8		— 1,8	
46	17. Mai	87,0		— 0,7		50	21. Mai	78,4		— 0,4	
	1895	86,5		— 1,2			1895	78,8		0	
	4 h 35 m	88,9	87,7	+ 1,2	2,4		4 h 57 m	78,9	78,8	+ 0,1	0,9
	Nachm.	88,3		+ 0,6			Nachm.	78,6		— 0,2	
		87,9		+ 0,2				79,3		+ 0,5	

Der mittlere Werth des Ablesungsfehlers berechnet sich hieraus auf

± 0,6252 Proc.

sein Minimum ist 0, sein Maximum 2,7 Proc. Der durchschnittliche Abstand des Reihenmittelmaximums und Minimums ist 2,11 Proc., sein Minimum 0,9 Proc., sein Maximum 5,5 Proc.

Wenn wir auch bei diesen Versuchen nach einer Erklärung für die grössten Schwankungen forschen, so können wir auch hier die äusseren Versuchsbedingungen, soweit sie den Apparat, die Beleuchtung u. s. w. betreffen, als ganz gleichmässige bezeichnen, wenigstens fehlen bewusste Veränderungen gänzlich. Auch hier begegnen wir wieder dem nachtheiligen Einfluss der Dispositionsstörung des Untersuchers, indem von 10 Versuchen, bei denen die Maximum- und Minimumabstände über 2,9 hinausgehen, 8 auf die ersten Morgenstunden oder die Zeit nach der Hauptmahlzeit (M. 6, H. 2) fallen, wo der Verfasser besonders müde zu sein pflegt, zumal gerade in den Tagen, während deren die A-Versuche angestellt wurden, Morgens sich oft noch eine Chloralwirkung von der Nacht her geltend machte.

Abgesehen von solchen Dispositionsschwankungen haben wir noch ein constantes Moment zu betrachten, das die Grösse des

Ablesungsfehlers zu einem wechselnden Werthe macht: es ist das die ungleiche Schwierigkeit der Ablesung an verschiedenen Stellen der Scala. Haeberlein und Schiff bemerken, dass sie an dünnen Keiltheilen schwerer ist als an dicken. Laker hält sie bei 60 Proc. für leichter als bei 70—110, nach Wick beginnt die Schwierigkeit bei >100. Da nun gerade der normale Hämoglobingehalt den hohen Scalengraden entspricht, schlagen Wick und Schiff den Gebrauch von Capillaren des halben Inhaltes vor, und Wick wollte die Genauigkeit normaler Bestimmungen erhöhen, indem er einen Keil proponirte, der auf der gewöhnlichen Länge nur die Intensitätsgrade von 80—100 enthält. Wird hiermit eine Unzulänglichkeit des Apparates für die Erforschung des Normalzustandes eingeräumt, so muss man anderseits der Bemerkung Reinert's gedenken, dass die leichtere Ablesung an niederen Graden einen Vortheil bedeutet für den Kliniker, der die Zustände mit Hämoglobinverminderung betrachtet.

Die uns beschäftigende Frage ist bereits vor der Erfindung des Hämatometers in exacter Weise beleuchtet worden durch von Lesser, der nach der einfachen colorimetrischen Methode gearbeitet hat. Es folgt hier seine Tabelle über den Einfluss der Blutconcentration auf die Grösse des Beobachtungsfehlers in verkürzter Form. Die Ziffern geben sein Maximum, Minimum und Medium bei den verschiedenen vorn bezeichneten Concentrationen an. Leider sind unvermeidlicherweise die Ergebnisse der einzelnen Columnen ganz ungleichmässig beeinflusst durch Umstände, die ihrerseits sehr stark auf die Grösse des Beobachtungsfehlers wirken und die von Lesser zum Theil selbst in diesem Sinne bespricht, nämlich 1. die Uebung, 2. die Ungleichheit der Beleuchtung. Dazu kommt 3. die sehr verschiedene Zahl der Versuche in den einzelnen Reihen (in Col. 4, 11, in Col. 7, 1 Versuch), 4. die noch ungleichere Menge von Controlbestimmungen bei den einzelnen Versuchen (in Col. 4, 131, in Col. 7, 11).

Die Tabelle 12 ist daher mit Reserve zu betrachten.

Tabelle 12 (nach v. Lesser).

Concentration in Proc.	Grösse des Fehlers		
	Maximum	Minimum	Med.
1,05—0,95	0,075	0,011	0,033
0,95—0,85	0,042	0,002	0,022
0,85—0,75	0,047	0,001	0,019
0,75—0,65	0,039	0,003	0,016
0,65—0,55	0,046	0,004	0,015
0,55—0,45	0,034	0,004	0,015
0,45—0,35	0,037	0,000 (0,006)	0,016

Wir sehen im Allgemeinen eine Abnahme der Fehlergrösse mit der Concentration, können aber, wegen der genannten Mängel weder aus dem relativen Verhalten der Zahlen Schlüsse ziehen, noch die Concentrationsgrade absolut mit Hämatometerwerthen vergleichen.

Um die Verschiedenheit der Ablesung an ungleichen Stellen der Scala mit Hülfe meines Materials zu zeigen, habe ich einmal 745 Abstände des Maximums und Minimums unter je 10 an derselben Probe gewonnenen Ablesungen in ihrer Grösse von 2—14 ansteigend statistisch geordnet für die Scalengegenden >100,0; 90,0—99,9; 80,0—89,9; 70,0—79,9; <69,9. Die Tabelle 13 enthält diese Zusammenstellung, und zwar sind in ihrem ersten Theil A. die wirklich gefundenen Ziffern angegeben; da aber die Zahl der Versuche in den verschiedenen Keilregionen nicht überall gleich ist, wie die unter dem Concentrationsgrad stehende Zahl angiebt, ein Fehler, den unsere Tabelle mit der v. Lesser's theilt, so enthält der zweite Abschnitt der Tabelle (Tab. 13 B) eine procentische Umrechnung des ersten, wobei zugleich je 2 Differenzwerthe zusammengefasst sind zu einer Rubrik (in der letzten Rubrik 3 nämlich 12—14).

Tabelle 13 A.

(Die Zahlen in den Reihen geben die Häufigkeit der links stehenden Differenzen an.)

Differenz	>100,0 (118 Versuche)	90,0—99,9 (210 Versuche)	80,0—89,9 (163 Versuche)	70,0—79,9 (171 Versuche)	<69,9 (83 Versuche)
2	—	—	1	—	2
3	2	9	7	11	5
4	11	17	12	23	19
5	27	37	25	43	10
6	23	42	31	29	24
7	19	26	27	25	10
8	14	29	23	19	6
9	6	17	22	11	3
10	10	17	5	4	2
11	2	9	2	3	1
12	1	5	6	2	—
13	2	2	1	1	—
14	1	—	1	—	1

Tabelle 13 B.

(Die Zahlen der Reihen bedeuten die Häufigkeit der Differenzen links.)

Differenz	>100,0	90,0—99,9	80,0—89,9	70,0—79,9	<69,9
2 + 3	1,7	4,3	4,9	6,4	8,5
4 + 5	31,6	25,2	22,1	38,6	36,6
6 + 7	35,6	32,4	35,6	31,6	31,4
8 + 9	17,0	21,9	27,6	17,5	10,8
11 + 11	10,2	12,4	4,3	4,1	3,6
12 + 13 + 14	3,5	3,3	4,9	1,8	1,2

Zweitens habe ich in Tabelle 14 für dieselben Concentrationsgrade, nach denen Tabelle 13 A u. B eingetheilt ist, die durchschnittliche Abweichung der Reihenmittelmaxima und -Minima (aus den Gesammttabellen über die F- und A-Versuche) berechnet, ebenso die durchschnittliche Abweichung der Reihenmittel von dem Gesammtmittel. Die beiden Werthe sind natürlich für die A- und F-Versuche gesondert angegeben.

Die Ziffern in der ersten horizontalen Reihe (unter den Kopfziffern) und in der vierten wagrechten Reihe geben die Zahl der Versuche in der genannten Keilregion an, also zugleich die Zahl der Differenzen der Reihenmittelmaxima und -Minima, die dem Mittelwerth in der horizontalen Reihe 2 und 5 zu Grunde liegt. Die Anzahl der Differenzen zwischen Reihenmittel und Gesammtmittel, auf denen die Mittelzahlen in den horizontalen Reihen 3 und 6 basiren, ist jedesmal das 5fache der Versuchszahlen in Reihe 1 und 4, da ja jeder Versuch 5 Reihenmittel enthält, hingegen nur eine Maximum- und Minimumdistanz.

Tabelle 14.

Concentration	>100,0	90,0—99,9	80,0—89,9	70,0—79,9	<69,9	
Zahl der Versuche bei der angegeb. Concentration	11	26	15	17	8	F-Versuche.
Mittl. Abstand von Maximum u. Minimum . .	4,34	4,18	4,46	3,38	3,21	
Mittl. Abstand d. Reihenmittel v. Gesammtmittel	1,33	1,12	1,27	1,02	1,05	
Zahl der Versuche bei der angegeb. Concentration	11	13	11	15		A-Versuche.
Mittl. Abstand von Maximum u. Minimum . .	2,14	2,36	2,32	1,71		
Mittl. Abstand d. Reihenmittel v. Gesammtmittel	0,60	0,69	0,70	0,53		

Wir sehen aus den beiden Tabellen eine Abnahme der Schwankungsgrösse des Ablesungsfehlers an niederen Scalenstufen. Die Progression ist ungleich; wir erkennen den bedeutendsten Fortschritt von der drittletzten zur vorletzten und letzten Reihe. Mit anderen Worten, die Unterschiedsempfindlichkeit für die Lösungen von >100—80 ist entschieden geringer als die für niedere Concentrationen. Es würde dies Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit für verschiedene Sättigungsgrade derselben Farbe dem entsprechen, was wir über diejenige für verschiedene Helligkeitsstufen im Allgemeinen wissen. (Wir wollen hierbei nicht unerwähnt lassen,

dass von Lesser die grössere Unsicherheit der Einstellung bei stark dunkeln Lösungen als Folge einer grösseren Ermüdung des Auges durch die gesättigteren Töne aufgefasst hat.)

In der Literatur über das Hämatometer habe ich nur bei Tomberg eine Zusammenstellung gefunden, aus der sich exacte Mittelwerthe der verschiedenen Ablesungsfehlergrösse bei wechselnder Concentration berechnen lassen. Sie sind mit unseren Tabellen wenigstens hinsichtlich der Concentration annähernd vergleichbar, annähernd, weil Tomberg seine Lösungen an einem anderen Keil abgeschätzt hat, und zwar Lösungen, die er ohne Anwendung der Capillaren angefertigt hatte. Hinsichtlich ihres absoluten Werthes aber sind seine Ziffern mit unseren nicht zu vergleichen, da sie bei einer ganz anderen Ablesungsweise gewonnen wurden, jedoch sind sie, speciell die Mittelzahlen (mittler Werth des Fehlers), hinsichtlich ihres relativen Werthes wohl mit unseren Ziffern in Parallele zu stellen. Die in Reihe 1 der Tabelle (horizontale Reihe unter der Kopfziffer) angegebenen Ziffern bezeichnen die Zahl der Versuche für den betreffenden Scalengrad, ferner sind direct von Tomberg (S. 68) die negativen und positiven Maxima des Fehlers übernommen; die Mittelwerthe habe ich aus seiner Tabelle berechnet. Hinsichtlich der schwankenden Versuchszahlen (Reihe 1) leidet die Tabelle am gleichen Mangel wie die unserigen und die v. Lesser's.

Tabelle 15 (nach Tomberg).

Concentration . . .	95—85	85—75	75—65	65—55	55—45	45—35	35—25	25—15
Versuchszahl . . .	6	10	8	17	11	14	8	11
Maxima + und − der Fehlergrösse	+ 0,4 − 1,5	+ 1,2 − 1,5	+ 1,5 − 1,2	+ 1,7 − 2,4	+ 1,5 − 2,2	+ 2,2 − 3,9	+ 2,8 − 2,8	+ 4,3 − 1,6
Media	± 0,73	± 0,76	± 0,69	± 0,91	± 1,06	± 0,91	± 1,21	± 1,18

Dies überraschende Ergebniss widerspricht vollständig unserer Kenntniss der Unterschiedsempfindlichkeit im Allgemeinen, den Beobachtungen von Laker, Schiff, Häberlin, Wick, den Tabellen von v. Lesser und den unserigen über das Hämoglobinroth. Wir werden wohl nicht fehl gehen in der Annahme, dass dieses Ergebniss unter dem Einfluss eines unbekannten constanten Fehlers steht, eine Vermuthung, die näher gelegt wird durch die Betrachtung der Maxima, wo sich fast stets ein Ueberwiegen der negativen Fehler zeigt, und ein ziemlich regelmässiger umgekehrter Gang der Fehler wie zu erwarten. Wir können daher die Zusammenstellung für unsere Zwecke nicht verwerthen.

Die Vornahme von je 10 Ablesungen versprach von vorn herein eine grössere Genauigkeit des aus ihnen berechneten Mittels. Mit dem Vorgange des Ablesens verband sich aber die Wahrnehmung, dass am Ende einer Reihe von 10 Einstellungen die beiden rothen Halbkreise viel heller erschienen als am Anfang. Es war daher eine Prüfung erwünscht, ob wirklich 10 aufeinanderfolgende Ablesungen etwas unter einander Gleichwerthiges darstellen, ob nicht vielleicht mit der Abnahme der Rothwahrnehmung Einflüsse Hand in Hand gingen, die die objectiven Ablesungsergebnisse, d. h. die Zahlenwerthe beeinträchtigten. Da nun bei der Untersuchung jeder Blutart 50 Ablesungen in 5 Reihen zu je 10 angestellt wurden, so war es weiter nothwendig, die Prüfung auch auf die Gleichwerthigkeit der einzelnen Reihen auszudehnen.

Zur Entscheidung der Frage nach dem Werthe von 10 unmittelbar nach einander vorgenommenen Ablesungen stand ein Material von 7450 = 745 × 10 Einzelbestimmungen zu Gebote. Es wurde in zweifacher Weise ausgebeutet.

Zunächst erhielt ich durch jedesmalige Subtraction einer abgelesenen Zahl von der vorhergehenden, also Ablesung 1—2, 2—3, 3—4 . . . . bis 9—10 745 × 9 = 6705 Differenzen, die mit ihren Vorzeichen nach der Höhe von + 13 bis — 13 in Tabelle 16 statistisch verzeichnet sind. Col. I enthält die Häufigkeiten der Differenzwerthe von Ablesung 1—2, II die von 2—3, IX die von 9—10. Am Fusse jeder Columne, ebenso in Col. n, die die Gesammthäufigkeit jedes Werthes in den Col. I—IX umfasst, sind die Differenzen allein hinsichtlich des Vorzeichens +, 0 oder — zusammengestellt.

Ein Blick auf die Hauptsummen unten in Col. n für die positiven und negativen Differenzen lehrt uns ein starkes Ueberwiegen der positiven Werthe. Wir kommen darauf alsbald zurück.

Zweitens wurde aus jeder Ablesung Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 . . . bis Nr. 10, d. h. aus den jedesmal direct abgelesenen Ziffern eine Mittelzahl 1, 2, 3 u. s. w. berechnet. Jede beruht auf 745 Ablesungen 1, 2, 3 . . . . Sie stehen in Tabelle 17.

Hieraus ergiebt sich, dass die erste Bestimmung die niederste ist, dass die folgenden, 2—10, im Allgemeinen zunehmen. Dies steht im Einklang mit dem Vorherrschen der positiven Differenzen (Tab. 16, Col. n unten).

Tabelle 16.

Differenzen	I 1—2	II 2—3	III 3—4	IV 4—5	V 5—6	VI 6—7	VII 7—8	VIII 8—9	IX 9—10	n
+ 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+ 12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
+ 11	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2
+ 10	2	1	1	—	—	—	—	—	—	4
+ 9	1	1	—	—	—	1	—	2	2	7
+ 8	4	6	5	1	2	1	2	3	1	25
+ 7	6	4	7	6	7	2	12	6	4	54
+ 6	20	15	8	7	5	17	11	7	6	96
+ 5	33	27	32	23	21	26	17	23	19	221
+ 4	33	52	35	28	36	41	44	34	34	337
+ 3	69	52	74	52	61	65	78	67	62	580
+ 2	84	88	97	92	71	93	78	78	89	770
+ 1	91	95	88	90	83	99	100	92	117	855
0	117	122	142	139	123	122	130	140	140	1175
— 1	106	85	83	100	90	76	87	100	79	806
— 2	70	74	61	78	89	87	67	70	85	681
— 3	38	45	42	50	62	47	49	63	44	440
— 4	26	31	28	34	47	31	34	20	26	277
— 5	19	26	19	24	29	21	23	24	22	207
— 6	14	4	15	5	6	9	6	9	10	78
— 7	7	7	5	8	8	3	4	4	2	48
— 8	2	7	2	3	1	2	—	2	1	20
— 9	1	2	1	4	3	1	1	—	—	13
— 10	1	—	—	1	1	—	1	—	—	4
— 11	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
— 12	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
— 13	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
+	344	342	347	299	286	345	342	312	335	2952
0	117	122	142	139	123	122	130	140	140	1175
—	284	281	256	307	336	278	273	293	270	2578

Tabelle 17.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85,0879	85,4027	85,6608	85,9988	85,9608	85,7473	85,8500	86,0338	86,0946	86,2379

Das Ansteigen ist aber kein durchgehendes; von Mittel 4—5 zeigt sich ein geringer, von 5—6 ein bedeutender Abfall. Dies Verhalten stimmt überein mit dem Prävaliren der negativen Differenzen in Col. IV und V der Differenztabelle (beim Vergleich der Differenz- und Mitteltabelle ist zu beachten, dass die Col. I der Differenztabelle gleichsam zwischen Ablesung 1 und 2, Col. IV zwischen Ablesung 4 und 5 ihren Platz hat u. s. w.

An dem am meisten auffallenden Sinken des Mittels 6 mag einmal das Fortdauern eines unbekannten Einflusses Antheil haben, der schon Nr. 5 herabgedrückt hat. Wichtiger ist, dass die Einstel-

lungen 6 in der That den andern nicht homolog sind, da mit verschwindend wenigen Ausnahmen die abgelesenen Zahlen immer zu je 5 notirt wurden. Während also Ablesung 1—5 und 6—10 unmittelbar aufeinander folgen, liegt zwischen 5 und 6 eine kleine Pause, in der das Auge vom Apparat entfernt wurde und 6—9 Ziffern in das unmittelbar neben dem Hämatometer liegende Heft verzeichnet wurden.[1])

Da der negativen Schwankung der Mittelzahl 6 nach der Pause bisweilen eine entsprechende subjective Wahrnehmung parallel ging, nämlich die, dass dem Auge nach der Pause der rothen Felder dunkler erscheinen als bei der Ablesung 5, ist es nicht ungerechtfertigt, dieses Verhalten als eine unvollkommene Annäherung an den Zustand vor der ersten Ablesung anzusprechen. Eine Erklärung für den eigenthümlichen Gang der Zahlenwerthe ist damit natürlich nicht gegeben.

Man konnte diese zunächst vielleicht in einer Veränderung der Hämoglobinlösung suchen. Sie ist in der That kein constantes Object. Schon Leichtenstern eruirte am Spektrophotometer, dass zweistündiges Stehenlassen des verdünnten Blutes merkliche Differenzen des Farbstoffgehaltes zur Folge hat. Als alleinige Ursache unseres Ergebnisses lässt sich diese Alteration a priori mit Sicherheit ausschliessen, weil sie sich immer nur gleichmässig in einer Richtung geltend machen kann, wir aber zugleich einer Schwankung gegenüberstehen, die dem allgemeinen Gang der Werthe entgegengesetzt ist. Es wäre aber möglich, dass ihre gleichmässige Zunahme von der Lösung allein abhängig ist, das Absinken nach der Pause die Folge einer anderen Ursache. v. Haumeder, der den Blutgehalt zerhackter Placenten nach Auswässerung colorimetrisch (Methode Hoppe-Seyler) bestimmte, giebt an, dass bei Zimmertemperatur sich die Lösungen schon nach einigen Stunden dunkler färben. Ein ebensolches Dunklerwerden mit Aenderung der Nuance im Carmoisin- oder Blauroth, habe ich öfter nach 5—12 Stunden an Hämoglobinlösungen gesehen, die aber viel stärker concen-

1) Diese Angabe, 6—9 Ziffern, erklärt sich so, dass von den abgelesenen zwei- oder dreistelligen Zahlen die Zehner nur einmal, am Anfang der Reihe, aufgeschrieben wurden, also statt 82, 83, 85 — 82, 3, 5. Wo der Zehner innerhalb einer Reihe stieg, also z. B. 89, 88, 91, wurde vor dem Einer dieser Zahl ein 1 notirt, also 89, 8, 11, wo der Zehner niederer wurde, wurden die Einer von dem anfangs notirten Zehner subtrahirt und die Differenz mit negativem Vorzeichen aufgeschrieben, z. B. für 91, 94, 89 — 91, 4, $\bar{1}$; ein Gesammtbeispiel wäre 82, 83, 84, 78, 79, 85, 90, 92, 88, 89 notirt 82, 3, 4, $\bar{2}$, $\bar{1}$, 5, 10, 12, 8, 9. — Abgesehen von der Zeitersparniss erleichtert dieser Modus die Addition vor der Mittelziehung.

trirt waren, als dass sie ohne weiteren Wasserzusatz am Hämatometer hätten untersucht werden können. Für Lösungen dieser Farbenstufen scheint ein anderes Verhalten das gewöhnliche zu sein.

Tomberg hat gezeigt, dass, wenn er den mit Blutlösung beschickten Apparat eine Zeit lang stehen liess, immer eine Abnahme des Hämoglobingehaltes festzustellen war, im Allgemeinen der zwischenliegenden Zeit proportional. Tab. 18 enthält seine Versuche.

Tabelle 18 (Tomberg).

Abl. 1	Zwischenzeit	Abl. 2	Abl. 1	Zwischenzeit	Abl. 2
98	1 Stunde	96	69	3 Stunden	59
74	= =	69	68,5	= =	56
56	1¼ =	51	55	= =	46
85	1½ =	80,5	77	3½ =	60
79	= =	75	72	= =	59
78	= =	73	71	= =	60
76	= =	71	66,8	= =	52
60	1¾ =	54	88	6½ =	77
56	= =	48	84	= =	73
65	2 Stunden	60	82	= =	70
48	= =	42	76	= =	65
77	3 =	69			

Dasselbe Resultat erhielt er, wenn er grössere Mengen von Hämoglobinlösungen in Reagensröhrchen mit Wattebäuschen verschlossen aufbewahrte, und an diesen Verdünnungen vor und nach einer Pause hämatometrisch den Hämoglobingehalt bestimmte. Diese Versuche umfasst die Tabelle 19.

Tabelle 19 (Tomberg).

Abl. 1	Zwischenzeit	Abl. 2	Abl. 1	Zwischenzeit	Abl. 2
85,5	12 Stunden	74,5	45,5	20 Stunden	40
74	= =	64,2	35	= =	30,5
64,5	= =	53,8	27	= =	25,5
52,7	= =	44,3	18,5	= =	16
100	24 =	75	55	24 =	35
89,2	= =	63,8	47,7	= =	27,5
78	= =	52	35,1	= =	20
66,8	= =	42,4	26	= =	15
42,7	12 =	35,1	100	25 =	70
33	= =	25	89	= =	64,9
23,7	= =	18,5	80	= =	55,8
98,5	20 =	96	69,5	= =	49
88	= =	87	60	= =	38,4
78,3	= =	74	48,5	= =	30,2
67	= =	64	35,5	= =	18,6
57	= =	51,5	24	= =	13,9

Bei seiner ersten Versuchsreihe (Tab. 18) konnte Tomberg zeigen, dass die Abnahme des Farbstoffes nicht auf Verdunstung be-

ruht, indem er vor der zweiten Bestimmung das verdunstete Wasser ersetzte.

Die Experimente Tomberg's habe ich wiederholt, musste dabei aber auf den späteren Wasserzusatz verzichten, weil ich sehr kurze Zwischenzeiten nahm, und so durch späteres Zufügen von Wasser meinen Meniscus leicht vergrössert hätte, da in der gewählten Pause nur wenig verdunstet war. Auf diese Weise erklärt sich der Ausfall des einzigen Versuches, wo ich mit Wasserzusatz gearbeitet habe:

17. Mai 1895 3 h 22 m Nachm.: 87,1
4 h 35 m Nachm.: 87,7.

Durch die Vergrösserung der Oberfläche erhielt ich hier, wie oben in Tab. 5 ein höheres Ergebniss.

Die übrigen eigenen Versuche, die in Tabelle 20 zusammengestellt sind, unterscheiden sich von denen Tomberg's zum Theil dadurch, dass am gleichen Object mehrere Ablesungen zu verschiedenen Zeiten vorgenommen wurden. Die Hämoglobinzahlen sind Mittel aus je 5×10 Ablesungen.

Tabelle 20.

Versuchszeit	Ablesung	Versuchszeit	Ablesung
17. Mai 12 h 5 m Vorm.	98,7	16. Mai 11 h 50 m Vorm.	92,1
3 h 22 m Nachm.	87,1	5 h 57 m Nachm.	77,9
		6 h 50 m Nachm.	75,3
16. Mai 7 h 25 m Vorm.	110,8	15. Mai 9 h 10 m Vorm.	98,6
8 h 20 m Vorm.	108,9	10 h 15 m Vorm.	95,7
		11 h 10 m Vorm.	93,5
16. Mai 10 h 5 m Vorm.	84,4	12 h 5 m Vorm.	90,3
11 h — m Vorm.	78,4	15. Mai 4 h 55 m Nachm.	87,8
		5 h 45 m Nachm.	83,9
17. Mai 5 h 30 m Nachm.	71,1	6 h 37 m Nachm.	82,5
6 h 22 m Nachm.	70,2	7 h 25 m Nachm.	76,9

Wir sehen also die Resultate des Dorpater Forschers vollkommen bestätigt.

Wenn nun auch feststeht, dass die Alteration der Hämoglobinlösung sich in einer anderen Richtung geltend macht, als der Gang unserer Mittelzahlen, dürfen wir doch deswegen diesen Fehler nicht als ausgeschlossen ansehen. Er könnte immer noch wirksam sein zusammen mit einem anderen, der in entgegengesetztem Sinne und zwar stärker fortschreitet. Wir haben uns daher zuvor noch mit der Frage zu befassen, ob innerhalb der Zeit, die zu 10 Ablesungen erforderlich ist, der Fehler der Lösung überhaupt in Erscheinung treten kann in messbarer Weise. Erst wenn wir diese Frage verneinen können, sind

wir mit Sicherheit im Stande, den Fehler der Hämoglobinlösung als unwirksam zu bezeichnen.

Die in Tabelle 20 notirten Zeiten bedeuten jedesmal den Beginn des Versuches, d. h. der Ablesungen. In 10 von diesen Versuchen lag zwischen Ende der vorhergehenden und Beginn der folgenden Ablesungsreihe eine Pause von 30 Minuten. Subtrahiren wir sie von der Zwischenzeit von Versuchsbeginn zu Versuchsbeginn, so ergiebt sich für diese 10 Versuche eine mittlere Versuchsdauer von 24 Minuten. Verlegen wir nun das Mittel, das jeder Versuch ergeben, zeitlich auf die Mitte der Versuchsdauer, so ist die Frist zwischen den einzelnen Bestimmungsmitteln $\frac{24}{2} + 30 + \frac{24}{2} = 54$ Minuten. In unseren 10 Versuchen haben diese genügt, um Abnahme des Hämoglobingehaltes herbeizuführen, die im Durchschnitt in diesen 10 Experimenten 3 Proc. beträgt.

Untersuchen wir nun, ob wir die Inconstanz der Blutlösung in noch kürzeren Intervallen nachzuweisen vermögen. Dazu stehen die 50 A-Versuche zu Gebote, mit ihren je 5 Reihenergebnissen, die ja jedesmal an derselben Lösung gewonnen wurden.

Die mittlere Versuchsdauer der Ablesungen (5×10), d. h. des ganzen A-Versuches beträgt 26 Minuten. In diese Zeit fallen 4 Pausen von 2 Minuten. Demnach dauern 5×10 Ablesungen 18 Minuten, also 1×10 Ablesungen 3,6 Minuten. Das Mittel aus 10 Ablesungen liegt aber nach der ersten, vor der zweiten Hälfte dieser 3,6 Minuten. Folglich haben 2 aufeinanderliegende Reihenmittel einen zeitlichen Abstand von $1{,}8 + 2{,}0 + 1{,}8 = 5{,}6$ Minuten und das Reihenmittel

1 von 2 einen solchen von 5,6 Minuten
1 = 3 = = = 11,2 =
1 = 4 = = = 16,8 =
1 = 5 = = = 22,4 =

Wenn wir also aus je 50 Reihenmitteln 1, 2, 3, 4, 5 je ein Mittel eruiren, so müssten diese 5 Werthe constant niederer werden, mindestens zwischen 1 und 5 ein Unterschied in diesem Sinne bemerkbar sein. Diese Gesammtreihenmittel stehen in Tabelle 21.

Tabelle 21.

1	2	3	4	5
88,94	89,05	89,09	88,91	88,90

Die Abnahme der beiden letzten Ziffern gegenüber der ersten ist verschwindend gering, sie verliert aber jegliche Bedeutung da-

durch, dass die Gesammtreihenmittel 2 und 3 höher sind als 1. Daraus folgt, dass eine Veränderung der Hämoglobinlösung am Hämatometer während 22,4 Minuten langen Stehens nicht nachzuweisen ist. Wir werden sie also innerhalb der Zeit, die für 10 Ablesungen erforderlich ist, wie wir gesehen haben, etwa 3—4 Minuten, an unserm Apparate gar nicht wahrzunehmen vermögen. —

Ein aufmerksamer Beobachter, der am Fleischl'schen Hämatometer öfter zusammenhängende Reihen von Einstellungen macht, wird alsbald die Gefahr bemerken, nach der ersten wirklich mit dem prüfenden Auge vorgenommenen Ablesung den Keil des Apparates lediglich mit dem Muskelgefühl der den Trieb bewegenden Hand einzustellen und ohne kritische optische Nachprüfung der Segmente den Werth an der Scala abzusehen. Die Neigung zu solch unpassender Handhabung des Instrumentes wird, wie leicht festzustellen ist, mit der Dauer des Versuches, mit der Zahl der Einzelbestimmungen zunehmen, zumal wenn der Experimentirende ermüdet ist. Es lag daher der Gedanke nahe, den beschriebenen Gang der Ablesungen mit dem Einfluss des Muskelgefühls der einstellenden Hand in Zusammenhang zu bringen. Um zunächst die Sicherheit zu zeigen, mit der diese selbst bei gänzlich fehlender optischer Controle am Hämatometer zu manipuliren vermag, folgen hier 3 Zahlenreihen, die ich nach einander mit geschlossenen Augen erhielt, und die lediglich solche Handeinstellungen sind von einem willkürlichen fixirten Punkte der Scala aus. In Reihe 3 der Tabelle 22 wurden geringe, bei 2 grosse Verschiebungen der Scala gemacht, bei 1 die Hand nach jeder Einstellung vom Trieb entfernt.

Tabelle 22.

1.	75	71	72	69	62	65	70	63	57	61
2.	75	73	70	60	76	63	65	60	65	63
3.	75	70	73	69	68	68	68	67	68	70

Reihe 3 unterscheidet sich nicht von einer Ablesungsreihe.

Um aber den Einfluss des Muskelgefühls in klassischer Weise zu studiren, habe ich an einem Tage, an dem ich 500 Ablesungen vorgenommen hatte, zuletzt noch eine Reihe von Handeinstellungen gemacht. Dabei ahmte ich die Versuchsbedingungen möglichst genau nach, indem ich unter den leeren Trog eine weisse Papierscheibe legte, und nun in derselben Körperstellung wie sonst diese mit dem Auge fixirte. Es wurden je 3 Excursionen der Scala nach links und

rechts gemacht, dann noch 5 feinere „fühlende“ Verschiebungen. Die 15 aufeinander folgenden Einstellungen waren:

73	72	73	72	75	76	74	75	75	73	73	72	73	73	72,5

Der Abstand des eingestellten Maximums und Minimums beträgt hier 4. Vergleicht man die Reihe mit Tabelle 28 auf S. 58, wo rechts die Abstände der Maxima und Minima in 745 Ablesungsreihen statistisch nach ihrer Häufigkeit zusammengestellt sind, so sieht man, dass sie den besten Ablesungsreihen an die Seite zu stellen ist, und man möchte daraus den Schluss ziehen, dass das Muskelgefühl der Hand an unserem Apparate feiner ist, als die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges.

Für den Praktiker schliesst sich daran der schon öfter ausgesprochene Rath, die Ablesung an der Scala erst dann vorzunehmen, nachdem eine Verschiebung des Keils nach oben und unten die Richtigkeit der Einstellung bestätigt hat.

Gehen wir aber weiter in unseren Folgerungen und betrachten wir auf Grund des letzten Versuches die kleinsten Differenzen zwischen 2 aufeinander folgenden Ablesungen als vorwiegend bedingt durch das Muskelgefühl; fassen wir diese kleinsten Differenzwerthe von + 2 bis — 2 der Tabelle 16 zusammen, wie sie dort in Col. I—IX verzeichnet sind.

Die Zusammenstellung bildet den Inhalt der Tabelle 23.

Tabelle 23.

Differenzen	I 1—2	II 2—3	III 3—4	IV 4—5	V 5—6	VI 6—7	VII 7—8	VIII 8—9	IX 9—10
+ 2 bis — 2	468	464	471	499	456	477	462	480	510

Wir finden hier eine weitgehende Analogie mit dem Verhalten der Mittelzahlen aus den Ablesungen 1—10 (s. oben Tab. 17, S. 42); wie jene ansteigen, nehmen auch die kleinsten Differenzwerthe an Häufigkeit zu; das wäre der Einfluss des Muskelgefühls. Die stärkste Abnahme liegt in Col. V, wird also bedingt durch die Pause, in der jedesmal die Hand vom Apparat abgenommen wurde (entsprechend dem Mittel 6 Tab. 17). —

Durch die Wirkung des Muskelgefühls liesse sich also nicht nur eine Beeinflussung in einer bestimmten, im Allgemeinen zunehmenden Richtung, sondern auch die nega-

tive Schwankung nach der Pause erklären, und es würde sich nur noch fragen, wodurch gerade die ansteigende Richtung der Werthe bedingt wird.

Bei meinen sämmtlichen Versuchen stand der Apparat mit der Curbel nach links, die linke Hand bewegte den Trieb. Damit war zugleich gegeben, dass das dünne Keilende vom Beobachter entfernt war, das dicke ihm zugewendet. — Nun ist es eine bekannte Erfahrung, dass uns die Supinationsbewegung geläufiger ist und kräftiger vor sich geht als die Pronation. Die zunehmende Uebung des Muskelgefühls würde also der Supinationsbewegung mehr zu statten gekommen sein als der Pronation, d. h. es würden bei der genannten Aufstellung des Apparates allmählich dickere Keilstücke eingestellt worden sein, die durch die Supination unter den Trog bewegt wurden.

So bestechend diese Deduction auch sein mag, so müssen wir, da sie doch nur den Werth der Hypothese hat, die im Vorstehenden gemachten Annahmen als unzutreffend für die Lösung der unbeschäftigenden Frage fallen lassen, sobald wir ein befriedigendes Verständniss gewinnen durch exacte Thatsachen. Diese werden eine absolute Beweiskraft haben, wenn wir dabei die Mitwirkung des obigen Erklärungsmomentes, des Muskelgefühles auszuschliessen im Stande sind, und wir werden diese Thatsachen der Natur der Dinge nach zu suchen haben auf optischem Gebiete. Sie können ihre Begründung entweder in einem einzigen causalen Umstande oder im gemeinsamen Spiele verschiedener Factoren finden.

Diese Erwägung lag den nunmehr zu besprechenden Versuchen zu Grunde. Ihre Ausführung dürfte durch die interessante Beobachtung gerechtfertigt sein, deren Erklärung sie bezwecken.

Die Versuche lehnen sich in ihrer allgemeinen zeitlichen Anordnung möglichst genau an die oben beschriebenen A-Versuche an. Sie unterscheiden sich aber inhaltlich wesentlich dadurch, dass nicht wie dort eingestellt wurde, d. h. dass nicht zu einem gegebenen rothen Feld (der Bluthälfte) ein anderes übereinstimmendes gesucht wurde (die entsprechende Keilstelle), sondern zwei von vorn herein gleich gemachte rothe Felder, die unverändert bleiben, hinsichtlich ihrer Farbenintensität miteinander verglichen, gegen einander abgeschätzt wurden.

Die primäre Gleichheit der Segmente wurde erreicht, indem ich einmal (Versuchsgruppe I und II) beide Troghälften mit

derselben Hämoglobinlösung füllte[1]), ohne dass der Glaskeil dem Apparat angefügt wurde.

Andererseits wurde — in Versuchsgruppe III und IV — wie gewöhnlich der Glaskeil angewandt, die ihm entsprechende Troghälfte mit Aq. dest., die andere mit Blutlösung beschickt, und nun durch möglichst peinliche Einstellung die beiden Felder übereinstimmend gemacht. Diese Einstellung orientirte gleichzeitig über den Concentrationsgrad der Lösung, der bei Versuchsgruppe I und II immer zuvor durch einseitige Beschickung des Troges mit der gleichen Verdünnung eruirt wurde. Stets wählte ich Lösungen, die den Concentrationsstufen bei den A-Versuchen entsprachen, also von 70—110. In allen Versuchen (I—IV) folgte auf die orientirende Einstellung eine Ruhepause von mindestens 1 (Secundenzeiger) bis höchstens 8 Minuten, innerhalb deren das Auge vor directem Licht geschützt war. Erst dann begann der eigentliche Abschätzungsversuch.

Dabei entsprachen den 10 Ablesungen der A-Versuche 10 vergleichende Abschätzungen der beiden Felder. Bei den A-Versuchen verging jedesmal eine gewisse Zeit durch die Einstellungen des Keils, d. h. die Drehung des Triebes. Daher wurde auch in den Abschätzungsversuchen zwischen je 2 Abschätzungen 3—5 mal eine neben dem Hämatometer stehende Kurbel gedreht, und das Auge solange abgewandt. Nach weiterer Analogie schrieb ich wie oben die Ergebnisse nach je fünf Schätzungen auf. Nach der ersten Notiz wurde natürlich noch die Kurbel gedreht. Auf je 10 Abschätzungen folgte eine Pause von 2 Minuten (Secundenzeiger). Jeder Einzelversuch, vor dem mindestens eine Ruhepause von 30 Minuten lag, umfasste 5×10 Abschätzungen, jede Versuchsgruppe (I, II, III, IVa u. IVb) enthielt 10 Einzelversuche, also 500 Abschätzungen.

Meine Aufgabe war es, bei jeder Betrachtung der beiden Felder die grössere Farbenintensität eines von ihnen festgestellten. Der subjectiven Empfindung nach bestimmte mich dabei am Anfang der Abschätzungsreihe vorwiegend ein Helligkeitsunterschied; das hellere Feld imponirte als das intensiver rothe. In geringerem Grade war dies nach der Notizpause innerhalb der Reihe der Fall. Gegen Ende der Reihenhälften, zumal der zweiten, trat dieser Unterschied zurück, und oft erschien mir dann

1) Dies geschah durch Aufgiessen der Lösung auf das Septum, bis ein gemeinsamer convexer Meniscus entstand. Durch vorsichtiges Aufschieben eines Deckglases wurde beiderseits gleiches planes Niveau hergestellt, dann der Trog auf das Hämatometer gesetzt; Füllungen mit Luftblasen wurden verworfen.

die Anfangs stumpfer empfundene Hälfte des Troges gesättigter „rother". Dies bemerkte ich in höherem Maasse bei den Keilblutversuchen.

Da jedesmal das intensiver roth erscheinende Feld registrirt wurde, so geben die Zahlen in den Tabellen (Tab. 24) an, wie oft innerhalb einer Versuchsgruppe jeder Halbkreis stärker gefärbt erschien, und zwar je bei den einzelnen Abschätzungen 1, 2, 3, — bis 10. Die letzte Columne rechts enthält die Summe der Ziffern unter 1—10, zeigt also, wie oft überhaupt das betreffende Segment intensiver roth empfunden wurde. Die Segmente sind als L und R, linke und rechte bezeichnet, und die Tabellen bestehen danach aus einer oberen „linken" und unteren „rechten" Horizontalreihe. Da ich stets mit dem rechten Auge arbeitete, so bedeutet L den linken Abschnitt im Gesichtsfeld meines rechten Auges, R den rechten. Ferner sind für jede Versuchsgruppe in den Tabellen die l. und r. im Trog befindlichen Objecte genannt. In den Ueberschriften für die Versuchsgruppen I bis IVb ist die Richtung des Apparates angeführt: halblinks (½ l) und halbrechts (½ r). Eine Orientirung nach ½ r war bei der Gruppe III Blut L, Keil R gewählt worden, aus Rücksichten auf die Beleuchtung, deren Entwicklung zu weit führen würde; sie musste daher auch einmal in den Blut-Blutversuchen (II) beobachtet werden.

Dieser Unterschied ist ohne wesentlichen Einfluss auf die in Betracht kommenden Retinahälften: wenn wir die beiden Kreise mit ihren Trennungslinien, die bei den genannten Anordnungen einmal nach ½ r, das andere Mal nach ½ l gerichtet sind, auf einander projiciren, so werden die Septen sich theoretisch unter 90° schneiden, es würde dann also ein äusserer und innerer Quadrant des Gesichtsfeldes gemeinsam von derselben (r. oder l.) Hälfte des Troges getroffen. Factisch aber sind die gemeinsamen, d. h. bei beiderlei Stellungen des Apparates von demselben Segment afficirten Netzhautbezirke grösser, weil der Beobachter die Neigung hat, die die Maculae verbindende Horizontale möglichst rechtwinklig zu schrägen Linien einzustellen.

Wichtiger ist die verschiedene Richtung des Instrumentes für die Beleuchtung der beiden Troghälften: der Reflector war in allen Fällen unveränderlich so um 45° gegen den Horizont geneigt, dass jedesmal der Halbkreis, der der Keilseite des Troges entspricht, also bei Richtung ½ l der linke, bei der ½ r der rechte, sich über dem höher liegenden Reflectorabschnitt befand und somit stärker beleuchtet wurde. Auch dieser Punkt ist in der Tabelle 24 für jede Versuchsgruppe angeführt, durch das Wort „günstig" in der Reihe L oder R unter dem Kopfwort „Reflector".

TABELLE 24.

Versuchsgruppe I. Richtung ½l.

	Reflector	Object	Absch. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
L	günstig	Blut	24	26	34	34	31	28	34	33	35	28	307
R	—	Blut	26	24	16	16	19	22	16	17	15	22	193

Versuchsgruppe II. Richtung ½r.

	Reflector	Object	Absch. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
L	—	Blut	24	29	36	34	32	29	28	27	26	28	293
R	günstig	Blut	26	21	14	16	18	21	22	23	24	22	207

Versuchsgruppe III. Richtung ½r.

	Reflector	Object	Absch. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
L	—	Blut	34	35	35	30	28	34	34	32	31	30	325
R	günstig	Keil	16	15	15	20	22	16	16	18	19	20	175

Versuchsgruppe IVa. Richtung ½l.

	Reflector	Object	Absch. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
L	günstig	Keil	41	32	28	19	14	25	20	21	14	12	226
R	—	Blut	9	18	22	31	36	25	30	29	36	38	274

Versuchsgruppe IVb. Richtung ½l.

	Reflector	Object	Absch. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
L	günstig	Keil	40	37	27	23	19	24	18	16	14	15	233
R	—	Blut	10	13	23	27	31	26	32	24	36	35	267

Gehen wir nun zur Betrachtung der Versuchsergebnisse über, und beginnen wir mit den Gruppen I und II, die die einfachsten Verhältnisse bieten, weil sich auf beiden Seiten Blutlösung befand. Ihre Resultate stimmen im Allgemeinen überein, aus ihnen folgt ein zweifelloses Ueberwiegen der günstigen Schätzungen für das links befindliche Object. Es liegt also ein Raumfehler vor; der linken Seite des Troges entspricht aber die rechte temporale Netzhauthälfte; somit hat die temporale Netzhauthälfte eine ausgeprägtere Empfindlichkeit für das Hämoglobinroth.

Im einzelnen zeigen beide Versuchsreihen zunächst für beide Retinabezirke eine ziemlich gleiche Empfindlichkeit. Dann steigt aber die der temporalen Seite rasch an, um später allmählich wieder abzunehmen. Bei der Gruppe I findet sich nach der Pause (nach Absch. 5) vorübergehend eine geringere Empfindlichkeit, bei II hat sie sich nach dem Notiren ebenfalls vermindert, erreicht aber dauernd

die ursprüngliche Höhe nicht wieder. Man wird kaum fehl gehen, wenn man aus diesem Ergebniss den Schluss zieht, dass die Erregbarkeit der rechten, temporalen Netzhauthälfte während des Versuches rascher anwächst, als die der linken, nasalen, dass dafür aber späterhin eine bald rapider, bald langsamer eintretende Ermüdung sich geltend macht.

Die kleinen Unterschiede in der Gesammtsumme waren möglicher Weise auf die Stellung des Reflectors zurückzuführen, der in I dem empfindlicheren Retinalabschnitt zu Statten kommt, daher hier das starke Prävaliren des linken Segmentes; wenn wir nicht die Ursache davon in einer Dispositionsschwankung suchen wollen, indem für die Gruppe II eine grössere Ermüdbarkeit des Auges vorlag, durch die am Tage zuvor angestellten Versuche I. Diese gesteigerte Ermüdbarkeit würde dann in erster Linie den Netzhautbezirk betroffen haben, der der empfindlichere ist, den temporalen, und so vermag er sich nach der Pause nicht mehr zu adaptiren.

Vergleichen wir die Versuche I und II mit III und IV (IVa und IVb stimmen vollkommen überein), so springt auch hier vor Allem wieder das Bestehen eines Raumfehlers ins Auge, der der Richtung nach in Reihe III vollständig dem Verhalten von I und II entspricht, nur noch deutlicher ausgeprägt ist. In IV hat sich dieser Fehler umgekehrt, doch finden sich in den ersten Abschätzungsrubriken klare Anzeichen dafür, dass der Raumfehler sich ursprünglich in gleichem Sinne geäussert hat wie in I, II und III.

Bevor wir aber auf III und IV im Einzelnen eingehen, wollen wir beide zusammen betrachten und die Vergleichung mit I und II fortsetzen. Auffallend ist in III und IV der constante grosse Unterschied in den günstigen Schätzungen für das linke und rechte Object am Anfang, d. h. bei den ersten Taxirungen in der Reihe, dann das gleichmässige Abnehmen der Bevorzugung der linken Seite sowohl von Beginn, wie nach der Pause.

Wir haben oben das allmähliche Zunehmen des Abstandes der übereinanderstehenden Zahlen in I und II als Adaptation der Netzhaut aufgefasst; es könnte vielleicht auch auf dem Nachlassen einer unbewussten Autosuggestion beruhen, die im Bewusstsein des gleichen Objectes auf beiden Seiten in I und II den Beobachter Anfangs ebenso oft L. und R. günstig taxiren liess, später aber sich verloren hätte. Umgekehrt würde dann in III und IV die Empfindung der Verschiedenheit der Objecte gewirkt haben.

Der heterogone Factor in III und IV ist aber der Glaskeil; man könnte daher den eigenthümlichen Gang dieser Versuche ferner auch mit irgend einer Eigenschaft dieses Körpers in Zusammenhang bringen.

Zunächst liegt es, an eine optisches Moment zu denken, vielleicht an die grössere Durchlässigkeit des Glases für helle Strahlen, gegenüber der Blutlösung. Dies wird sehr wahrscheinlich, wenn wir an die aufgequollenen Stromata der Blutkörperchen uns erinnern, die in der Hämoglobinlösung enthalten sind. Infolgedessen würde in den Keilversuchen das Gesichtsfeld überhaupt mehr Licht empfangen, demnach die Adaptation schneller eintreten; mit anderen Worten, das Auge würde gleich mit der ersten Taxirung soweit adaptirt sein, wie in I und II erst in der Mitte der Reihenhälften, und diesem Verhalten der Gang der Zahlen entsprechen. Zugleich würde aber die Ermüdung der empfindlicheren linken Retinahälfte sofort beginnen. Dieser Fehler kann sich möglicher Weise mit dem Suggestionsfehler verbinden und ihn unterstützen.

In zweiter Linie ist hinsichtlich des eigenthümlichen Ergebnisses von III und IV die Form des Glaskeils zu berücksichtigen; in welcher Weise, werden wir am besten sehen, wenn wir III und IV einander gegenüberstellen.

Der einzige Unterschied beider besteht, abgesehen von der unwesentlichen Aenderung der Richtung — der Einfluss des Reflectors wird unten besprochen werden — in der Vertauschung zwischen Glaskeil und Blut. Wie nun oben schon angedeutet, muss in IV ein constanter Fehler dem Raumfehler entgegengesetzt gewirkt haben, während in III mit sehr viel Wahrscheinlichkeit ein Fehler zu vermuthen ist, der sich mit dem Raumfehler in gleicher Richtung bewegt. Dieser Fehler kann im Wesentlichen kaum irgendwo anders liegen als im Glaskeil selbst. Einmal möchte man vermuthen, dass mit wachsender Ermüdung infolge des Nachlassens der Muskelspannung die Blicklinien die Neigung gehabt haben, aus der gezwungenen gesenkten Stellung in die Horizontale überzugehen und damit vom Beobachter mehr entfernte, anders gefärbte Theile des Keils zu fixiren. In Reihe III, wo weiter fort vom Untersuchenden dickere Keilstücke liegen, hätte dies zu einer zunehmenden Ueberschätzung des Glases geführt, was durch die betreffenden Zahlen allenfalls wahrscheinlich gemacht wird. Allerdings müssten wir dann wohl gleichzeitig annehmen, dass im Beginn der Taxirungen und ebenso nach der Erholungspause das Auge im Gegentheil vorzugsweise auf zu dünnen Stellen des Glases eingestellt worden ist, was eine Unterschätzung der Keilfärbung bedingt hätte. Für die Versuchsgruppe IV müsste man sich vorstellen, dass die rasch-

anwachsende Ermüdung der Netzhaut unterstützt worden ist durch die Ermüdung der Augenmuskeln. Diese liess die Blicklinie allmählich auf immer blassere Theile des Keils richten, dessen dünnes Ende bei der Stellung $^1/_2$ l vom Experimentirenden abgewandt war. Dieser Fehler muss aber grösser sein, als der umgekehrte in Reihe III, weil die Unterschiedsempfindlichkeit für hellere Farbenstufen grösser ist; er wäre nach der Erholungspause geringer geworden, später von Neuem rasch gewachsen. Auch hier müsste man ferner supponiren, dass bei den ersten Schätzungen zu dem Raumfehler eine zu starke Ueberschätzung (Betrachten dickerer Keiltheile) hinzugekommen wäre.

Trotzdem bleibt immer noch eine Incongruenz zwischen III und IV. Ueberblickt man IV für sich allein, so liegt die Vermuthung nahe, dass aus irgend einem Grunde die Empfindlichkeit der Retina, ebenso aber auch ihre Ermüdbarkeit für die Färbung des Glases besonders gross gewesen ist: wiederum kann man nicht umhin, auf eine optische Eigenthümlichkeit des Glases zurückzukommen, die den abweichenden Verlauf von IV bedingt hat. Nehmen wir nun die grössere Durchlässigkeit des Keils für helle Strahlen wieder auf, so würde das linke Gesichtsfeld im Beginn besonders bevorzugt, die Anfangshelligkeit eine sehr grosse gewesen sein, die Ermüdung aber eine um so raschere. Bedenken wir dazu noch die günstige Stellung des Reflectors links, so werden wir uns vielleicht erklären können, wie der Keilfehler den Raumfehler überwindet.

Fassen wir von diesem Gesichtpunkte aus noch einmal die Reihe III ins Auge; hier wird die grössere den Keil fassende Luftmenge die unempfindlichere, minder ermüdende nasale Retinahälfte treffen. Der Reflectorfehler afficirt hier den sensitiveren Netzhautbezirk nicht und so behält der Raumfehler den Sieg. Die günstigen Taxirungen für den rechten Gesichtsfeldbezirk bleiben kleiner als die für links, während in IVa vor der Pause, in IVb vor und nach ihr eine Umkehr der Werthe für L und R eingetreten ist.

Wie weit diese einzelnen Momente wirklich zur Geltung kommen, ist erst durch weitere Versuche mit neuen Modificationen des Reflectors, der Richtung des Apparates, mit zwei Keilen in verschiedener Orientirung von Spitze und Basis zu ergründen; ihr Plan lässt sich unschwer aus dem Vorstehenden herleiten. Doch dürften sie zuviel Interesse für einen zu minutiösen Gegenstand beanspruchen. Sicher ist, dass die Beobachtung, von der wir ausgingen, sich rein optisch erklären lässt, dass ihre Genese aber eine sehr complicirte ist. Uns muss es genügen, einige Gesichtspunkte zu ihrer Deutung angeführt zu haben.

Es erübrigt nun noch die Aequivalenz der 5 Reihen zu untersuchen, in denen jedesmal zu je 10 die 50 Ablesungen eines Versuches vorgenommen wurden. Nach der Erklärung, die wir für den Gang von 10 einzelnen Ablesungen gewonnen haben, ist nicht zu erwarten, dass derartige Einflüsse über eine 2 Minuten lange Pause hinaus wirksam sein sollten.

In Tabelle 25 ist das Material der Versuchsgruppen I—IV nach Abschätzungsreihen 1—5 geordnet, wir erhalten darin kein charakteristisches Verhalten, sondern nur unregelmässige Schwankungen der Ziffern.

Tabelle 25.

Versuchsgruppe I.

	Reflector	Object	Reihe	1	2	3	4	5
L	günstig	Blut		60	65	61	57	64
R	—	Blut		40	35	39	53	36

Versuchsgruppe II.

	Reflector	Object	Reihe	1	2	3	4	5
L	—	Blut		68	54	61	61	49
R	günstig	Blut		32	46	39	39	51

Versuchsgruppe III.

	Reflector	Object	Reihe	1	2	3	4	5
L	—	Blut		71	61	73	62	58
R	günstig	Keil		29	39	27	38	42

Versuchsgruppe IV a u. b.

	Reflector	Object	Reihe	1	2	3	4	5
L	günstig	Keil		107	93	80	90	89
R	—	Blut		93	107	120	110	111

Sodann wären die beiden Beobachtungsmethoden, die uns oben zuerst Aufschluss über die Bedeutung der verschiedenen Einzelbestimmungen gegeben haben, auf den Inhalt der 5 Reihen anzuwenden, die Differenzstatistik und die Mittelziehung. Durch das erste Verfahren erhalten wir Tabelle 26, die genau nach Analogie der Tabelle 16 angelegt ist, aber nach Reihen 1—5 eingetheilt.

Wir erkennen weder hinsichtlich der einzeln Ziffernwerthe, noch im Bezug auf das Verhalten der Vorzeichen im Allgemeinen etwas Gesetzmässiges.

Gesondert ist hier noch die Gruppe von Versuchen zu betrachten, in denen vielleicht bei unveränderter Blutlösung durch 5 Reihen hindurch, die Reiheneigenthümlichkeit am reinsten zur Geltung kommen könnte, die A-Versuche (S. 33 oben).

Tabelle 26.

Differenz	1	2	3	4	5
+ 13	—	—	—	1	—
+ 12	—	—	—	—	—
+ 11	1	—	—	—	1
+ 10	—	—	—	2	1
+ 9	2	—	—	2	—
+ 8	3	4	7	3	7
+ 7	10	10	9	8	12
+ 6	10	21	19	19	17
+ 5	37	43	45	33	41
+ 4	59	61	66	57	63
+ 3	108	101	106	103	93
+ 2	143	143	121	131	141
+ 1	159	155	142	145	154
0	197	196	209	219	210
— 1	142	152	146	152	136
— 2	133	110	112	123	110
— 3	70	72	74	90	84
— 4	43	55	52	51	48
— 5	38	37	43	26	41
— 6	13	18	20	11	6
— 7	8	5	9	4	17
— 8	4	2	2	4	2
— 9	5	3	5	3	1
— 10	1	—	1	—	1
— 11	1	—	—	—	1
— 12	—	—	—	—	1
— 13	—	—	—	1	—
+	533	538	515	504	530
0	197	196	209	219	210
—	458	454	464	465	448

Sie liefern uns aus $50 \times 50 = 2500$ Ablesungen 2250 Differenzen. Diese vertheilen sich nach Vorzeichen:

+	0	—
1028	377	845

Im Vergleich mit der Gruppirung der Gesammtsummen am Fusse von Col. n in Tabelle 16 wäre ein Verhältniss von

+	0	—
991	394	865

zu erwarten. Factisch ist also ein etwas grösserer Ueberschuss von positiven Differenzen vorhanden. Dabei kann es sich einmal um eine zufällige Abweichung handeln, wie sie verschiedene Theile eines grossen Materials gewöhnlich zeigen, sodann aber wäre es möglich, dass infolge des constanten Objectes ein bestimmter Einfluss sich in zunehmendem Maasse durch die Reihen der A-Versuche hindurch geltend machte. Es lag nahe, dabei an eine cumulirte Ermüdung der temporalen Netzhaut durch immer dieselbe Farbenstufe zu denken.

In diesem Sinne werden wir aber den Ueberschuss der positiven Differenzen nur auffassen dürfen, wenn er entweder den letzten Reihen vorwiegend zu Statten kommt, wo die Steigerung der Ermüdung maximal ist, oder doch allen Reihen gleichmässig. Betrachten wir aber der Vertheilung der +, 0, — Differenzen auf Reihe 1—5, so bekommen wir wieder ein negatives Resultat.

Tabelle 27.

	1	2	3	4	5
+	205	222	200	201	200
0	80	67	81	79	70
—	165	161	169	170	180

Im vollsten Einklang hiermit steht der Ausfall der Mittelziehung aus den 5 × 50 Reihenmitteln der A-Versuche, den wir bereits oben in anderen Zusammenhang besprochen haben (s. Tab. 21, S. 46).

Schliesslich bleibt uns noch ein Kriterium übrig, das wir ausschliesslich auf die Reihen anzuwenden vermögen, nicht aber auf die Einzelbestimmungen. Es ist die Verzeichnung der Abstände des Maximums und Minimums unter den je 10 Ablesungen der Reihen 1—5.

Wir gewinnen durch diese Betrachtungsweise eine gewisse Parallele zu dem Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit innerhalb der einzelnen Reihen. Die genannten Abstände sind in Taballe 28 statistisch nach ihrer Häufigkeit registrirt, links für je 132 Reihen 1—5, rechts für 745 Reihen überhaupt (vgl. S. 48 oben).

Tabelle 28.

Differenz	Reihe 1	2	3	4	5	In 745 Reihen
2	—	—	—	—	2	4
3	5	6	5	5	9	33
4	17	13	12	13	19	82
5	32	28	22	25	23	142
6	19	27	26	33	22	148
7	21	18	24	14	18	105
8	18	22	16	16	13	93
9	8	7	11	13	7	60
10	7	6	7	4	10	38
11	5	2	3	3	3	18
12	—	2	5	3	4	14
13	—	—	1	2	1	5
14	—	1	—	1	1	3
2—4	22	19	17	18	30	
5—7	72	73	72	72	63	
8—10	33	35	34	33	30	
11—14	5	5	9	9	9	

Zumal der untere Theil der Tabelle, eine gedrängte Wiederholung des oberen, lehrt uns die weitgehendste Uebereinstimmung der 5 aufeinander folgenden Ablesungsreihen, und wir gelangen nach alledem zu dem Schluss, dass 5 Reihen von je 10 Ablesungen, zwischen denen eine Pause von 2 Minuten liegt, vollkommen gleichwerthige Resultate liefern.

Das Ergebniss, das wir aus unserer Betrachtung für die praktische Untersuchung gewinnen, ist folgendes: wenn der Werth einer Ablesung am Hämatometer erhöht werden soll durch mehrere controlirende Einstellungen, so dürfen diese nicht unmittelbar aufeinander folgen, es muss vielmehr einer jeden eine Ruhezeit des Auges vorangehen. Als solche ist die Frist, die durch Notiren des einzelnen Ergebnisses ausgefüllt wird, nicht ausreichend (da selbst die zum Aufschreiben von 5 Ablesungen erforderliche Zeit nicht genügt). Hingegen sind die Einstellungen einander sicher völlig gleichwerthig, wenn eine Pause von 2 Minuten vor jeder eingeschaltet wird.

Diese Sätze dürften in etwas allgemeinerer Fassung auch für die Arbeit an anderen Apparaten zu berücksichtigen sein, wo eine Messung darauf beruht, dass verschiedenfarbige Felder in wechselnder Einstellung zur Uebereinstimmung gebracht werden, wohl auch da, wo es sich nicht vorwiegend um Unterschiede der Sättigungsstufe, sondern um Differenzen des Farbentones handelt.

Heidelberg, Juni 1895.

Literaturverzeichniss.

Benczúr, D., Studien über den Hämoglobingehalt des menschlichen Blutes bei Chlorose und Anämie unter Hämoglobin- und Blutzufuhr. Deutsches Archiv f. klin. Med. XXXVI. S. 365. 1885. — Bernhard, Untersuchungen über Hämoglobingehalt und Blutkörperchenzählung in der letzten Zeit der Gravidität und des Wochenbettes. Münchener med. Wochenschr. XXXIX. 12 u. 13. S. 197. — Bettmann, S., Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch körperliche und geistige Arbeit. Psychologische Arbeiten. I, 1. 1895. — Biegański, Ueber die Veränderungen des Blutes unter dem Einfluss von Syphilis und pharmakologischen Gaben von Quecksilberpräparaten. Archiv f. Dermatol. u. Syph. XXIV. 1892. S. 43. — Bierfreund, M., Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes bei chirurgischen Krankheiten mit besonderer Rücksicht auf den Wiederersatz von Blutverlusten. Archiv f. klin. Chir. XLI. S. 1. 1891. — Biernacki, E., Untersuchungen über die chemische Blutbeschaffenheit bei pathologischen, insbesondere anämischen Zuständen. Zeitschr. f. klin. Med. XXIV. S. 460. 1894. — Dubner, Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes in den letzten Monaten der Gravidität und im Wochenbett. Münchener med. Wochenschr. XXXVII. Nr. 30

bis 32. — Dehio, C., Protokoll der 2. Sitzung des livländischen Aerztetages. St. Petersburger med. Wochenschr. XV. 1890. Nr. 40. — Derselbe, Protokoll der medicinischen Gesellschaft zu Dorpat vom Jahre 1890. Ebenda. XVI. 1891. Nr. 46. S. 415. — Derselbe, Blutuntersuchungen bei der durch Phthisis pulm., Carcinom, Syphilis und Bothriocephalus lat. bedingten Anämie. Ebenda. 1891. Nr. 1. — Derselbe, Zur Kritik des v. Fleischl'schen Hämatometers. Bericht über die Verhandl. des IX. Congr. f. innere Medicin 1892. — Derselbe, Originalreferat im Beiblatt zum Centralbl. f. klin. Med. 1892. Nr. 25. S. 21. — Derselbe, Referat in Schmidt's Jahrb. CCXXXVIII. — v. Fleischl, E., Das Hämometer. Wiener med. Jahrb. 1885. S. 425. — Derselbe, Sitzungsber. der k. k. Gesellsch. der Aerzte in Wien. Sitzung vom 26. Febr. 1886. Wiener med. Blätter. 1886. IX. Nr. 9. — Derselbe, Regeln zum Gebrauch des Hämometers. Wiener med. Jahrb. 1886. S. 167. — Fehling, Ueber die Beziehungen zwischen Beschaffenheit des Blutes bei Schwangeren und der Zusammensetzung des Fruchtwassers Verhandl. der Deutschen Gesellsch. f. Gynäkol. 1886. S. 51; cit. bei P. J. Meyer, Schröder, Reinl. — Gnezda, Ueber Hämoglobinometrie. Diss. Berlin 1886. — Gowers, W. R., On the numeration of blood corpuscles. The Lancet. II. 1877. p. 797. — Gottlieb, R., Ein Fall von echter perniciöser Anämie mit prämortaler Leukocytose. Wiener med. Blätter 1886. IX. Nr. 17 u. 18. — Groll, S., Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes bei vollständiger Inanition. Diss. Königsberg 1887. — Häberlin, H., Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes bei Magenkrebs. Münchener med. Wochenschr. 1888. Nr. 22. — v. Haumeder, R., Ueber den Einfluss der Abnabelungszeit auf den Blutgehalt der Placenta. Centralblatt f. Gynäk. III. 1879. Nr. 15. — Hermann, L., Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes bei vollständiger Inanition nach Versuchen von S. Groll. Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. XLIII. S. 239. — Honigmann, G., Wirkungen von Sauerstoffeinathmungen auf den Organismus. Zeitschr. f. klin. Med. XIX. 1891. S. 270. — Hoppe-Seyler, F., Handbuch der physiol. und pathol.-chem. Analyse. 1865. S. 310. — Hüfner, G., Ueber quantitative Spektralanalyse und ein neues Spektrophotometer. Journ. f. prakt. Chemie. N. F. Bd. XVI. 1877. — Derselbe, Ueber ein neues Spektrophotometer. Zeitschr. f. phys. Chemie. III, 6. 1889. — v. Jaksch, R., Ueber Diagnose und Therapie der Erkrankungen des Blutes. Prager med. Wochenschrift. XV. 1888. Nr. 31—33. — Jolyet et Laffond, Société de Biologie. 1877; cit. bei Leepin. — Klein, Untersuchungen der Formelemente des Blutes und ihre Bedeutung für die prakt. Medicin. Wiener med. Wochenschr. 1890. Nr. 36 ff. — Korniloff, H. A., Vergleichende Bestimmungen des Farbstoffgehaltes im Blute der Wirbelthiere. Zeitschr. f. Biol. XII. 1876. S. 515. — Krüger, Protokoll der 2. Sitzung des livländischen Aerztetages. St. Petersburger med. Wochenschr. XV. 1890. Nr. 40. — Derselbe, Protokoll der medic. Gesellschaft zu Dorpat vom Jahre 1890. Ebenda. XVI. 1891. Nr. 46. S. 415. — Laache, S., Die Anämie. Universitätsprogramm Christiania 1883. — Laker, C., Die Bestimmung des Hämoglobingehaltes im Blute mittelst des v. Fleischl'schen Hämometers. Wiener med. Wochenschr. 1886. 18—20. — Lambling, Des procédés de dosage de l'hémoglobine. 1882; cit. bei Leepin. — Lederer, M., Zur Methodik der Blutuntersuchung. Zeitschr. f. Heilkunde. XVI. 2. u. 3. Heft. 1895. — Leepin, R., Quantitative Hämoglobinbestimmungen nach v. Fleischl an Thieren unter der Einwirkung von pharmakologischen Agentien. Diss. Dorpat 1891. — Leichtenstern, O., Untersuchungen über den Hämoglobulingehalt des Blutes in gesunden und kranken Zuständen. Tübingen 1879. — v. Lesser, L., Ueber die Vertheilung der rothen Blutscheiben im Blutstrom. Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abth. 1878. S. 41. — Lezius, A., Blutveränderungen bei der Anämie der Syphilitischen. Diss. Dorpat 1889. — Malassez, L., Sur les diverses méthodes de dosage de l'hémoglobine et sur un nouveau Colorimètre. Arch. de Physiol. 1877. p. 1 et 634. — Derselbe, Note sur le spectre du precrocarminate d'ammoniaque. Ibidem. p. 37. — Massiutin, N. G., Zur Bestimmung der Hämoglobinmenge mit dem Hämometer von v. Fleischl. Wratsch. 1887. No. 32—39. Ref. Schmidt's Jahrb. CCXIX. S. 243. Cit. bei Neubert. — Meyer, P. J., Untersuchungen über die Veränderungen des Blutes in der Schwangerschaft. Archiv f. Gynäk. XXXVI. S. 277. 1889. — Mikulicz, Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes bei chirurgischen Krankheiten mit besonderer Rücksicht auf den Wiederersatz von Blutverlusten. Bericht über die Verhandl. der Deutschen Gesellsch. f. Chir. XIX. Congr. 1890. Beiblatt zum

Centralbl. f. Chir. 1890. XVII. Jahrg. Nr. 25. — Morgenstern, H., Hämoglobinbestimmungen am Mutterthiere mittelst des v. Fleischl'schen Hämatometers. Wiener med. Jahrb. 1886. S. 225. — v. Noorden, Referate über Blutkrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. 1890. Nr. 20. — Neubert, G., Ein Beitrag zur Blutuntersuchung, speciell bei der Phthisis pulm. und dem Carcinom. Diss. Dorpat 1889. — Oertel, Beitrag zur physikalischen Untersuchung des Blutes. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. L. S. 293. 1892. — Osterpey, J., Die Blutuntersuchung und deren Bedeutung bei Magenkrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. 1892. Nr. 12 u. 13. S. 272. — Preyer, Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CXL. 1866. S. 187; cit. bei Leepin. — Quincke, Apparat zur Farbstoffbestimmung, Hämochromometer. Berliner klin. Wochenschr. 1878. Nr. 32; cit. bei Leepin. — Derselbe, Ueber den Hämoglobingehalt des Blutes in Krankheiten. Virchow's Archiv. Bd. LIV. S. 537—545. 1872. — Rajewski, A., Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. XII. 1876. S. 70. — Raum, J., Hämatometrische Studien. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XXVIII. 1 u. 2. — Reinl, C., Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes in den letzten Wochen der Gravidität und im Wochenbett. „Beiträge zur Geburtshülfe u. Gynäkologie, Festschrift für Hegar" 1889. — Reinert, E., Die Zählung der Blutkörperchen und deren Bedeutung für Diagnose und Therapie. Leipzig 1891. — Sadler, C., Resultate der mit dem Hämatometer von v. Fleischl und dem Chromocytometer von Bizzozero vorgenommenenen vergleichenden Untersuchungen. Prager med. Wochenschr. XVI. 1891. Nr. 22. — Sahli, H., Zur Diagnose und Therapie anämischer Zustände. Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1886. Nr. 20 u. 21. — Schröder, R., Ueber die Beschaffenheit des Blutes von Schwangeren und Wöchnerinnen, sowie über die Zusammensetzung des Fruchtwassers und ihre gegenseitigen Beziehungen. Archiv f. Gynäk. XXXIX. Heft 2. 1891. — Schiff, E., Ueber das quantitative Verhalten der Blutkörperchen und des Hämoglobins bei neugeborenen Kindern und Säuglingen unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Zeitschr. f. Heilkunde. XI. S. 17. — Spietschka, Ueber einen Blutbefund bei Purpura haemorrhagica. Archiv f. Derm. u. Syph. XXIII. 1891. — Tomberg, C., Zur Kritik des v. Fleischl'schen Hämatometers. Diss. Dorpat 1891. — Weiss, Ueber das v. Fleischl'sche Hämatometer. Prager med. Wochenschr. 1888. Nr. 3. S. 20. — Wick, L., Ueber die praktische Verwendbarkeit des Hämometers von v. Fleischl. Allg. Wiener med. Zeitung. 1887. XXXII. Nr. 21. — Widowitz, J., Hämoglobingehalt des Blutes gesunder und kranker Kinder. Jahrb. f. Kinderheilk. Bd. XXVII. S. 380 u. Bd. XXVIII. S. 25. 1887 u. 1888. — Winiarski, J., Blutuntersuchungen bei anämischen und kachektischen Zuständen, insbesondere bei der Lepra. Diss. Dorpat 1892. — Winkelmann, K., Hämoglobinbestimmungen bei Schwangeren und Wöchnerinnen mittelst des Hämatometers von v. Fleischl. Diss. Heidelberg 1887. — Wiskemann, H., Spektralanalytische Bestimmungen des Hämoglobingehaltes des menschlichen Blutes. Zeitschr. f. Biol. Bd. XII. S. 434. 1876. — Wolff, H., Ueber Blutuntersuchungen in Reiboldsgrün. Münchener med. Wochenschr. XL. 1893. Nr. 41. — Vierordt, K., Die Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie der Absorptionsspektren und zur quantitativen chemischen Analyse. Tübingen 1873. — Derselbe, Die quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung auf Physiologie, Physik, Chemie und Technologie. Tübingen 1876.